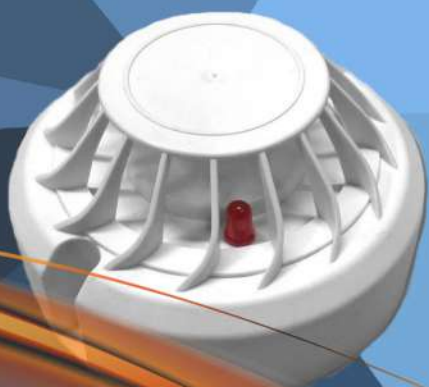


XIII

Всероссийская научно-практическая
конференция, посвященная
празднованию 60-летия Ивановской
пожарно-спасательной академии

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

СБОРНИК
МАТЕРИАЛОВ



Иваново 2026

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ПРАЗДНОВАНИЮ 60-ЛЕТИЯ
ИВАНОВСКОЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ**

ИВАНОВО, 21 МАЯ 2026 г.

УДК 614.842
ББК 38.96
А 43

А 43 Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной празднованию 60-летия Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Иваново, 21 мая 2026 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2026. – 591 с.
ISBN 978-5-907764-22-4

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, проводимой кафедрой пожарной безопасности объектов защиты (в составе учебно-научного комплекса «Государственный надзор»), отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях.

В материалах сборника рассмотрены актуальные вопросы в области противопожарного водоснабжения; вопросы совершенствования автоматизированных систем и средств обеспечения пожарной безопасности объектов, применения технологий искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности, совершенствования нормативной правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, представлены современные научно-технические достижения в области разработки систем противопожарной защиты объектов, систем и средств пожарной безопасности и спасения людей.

Издание представляет интерес для научно-педагогических работников, обучающихся, практических работников и специалистов по пожарной безопасности.

Редакционная коллегия

канд. техн. наук, доцент **Д. Б. Самойлов** (председатель редакционной коллегии)

канд. техн. наук, доцент **В. А. Комельков** (заместитель председателя редакционной коллегии)

канд. техн. наук, доцент **В. Б. Бубнов**

канд. техн. наук, доцент **А. Х. Салихова**

О. С. Чуприна

**УДК 614.842
ББК 38.96**

ISBN 978-5-907764-22-4

УДК 504.064.38

В.В. Абразумов, С.В. Фролов, О.В. Токарева

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: в статье рассматриваются современные методы мониторинга и борьбы с лесными пожарами, которые представляют собой серьёзную угрозу для экосистем и экономики.

Ключевые слова: лесные пожары, мониторинг пожарной ситуации, противопожарная профилактика, беспилотные летательные аппараты.

V.V. Abrazumov, S.V. Frolov, O.V. Tokareva

CURRENT TRENDS IN FOREST FIRE MONITORING

Abstracts: the article discusses modern methods of monitoring and combating forest fires, which pose a serious threat to ecosystems and the economy.

Keywords: forest fires, fire monitoring, fire prevention, unmanned aerial vehicles.

Лесные пожары являются серьёзным стихийным бедствием в разных частях мира, поэтому охрана лесов, предотвращение лесных пожаров и мониторинг развития пожарной ситуации являются важнейшими задачами сохранности природного фонда планеты. Наиболее трудоемкие и сложные фазы при тушении лесных пожаров – остановка и локализация пожара [1].

В настоящее время в целях предотвращения лесных пожаров и снижения наносимого ими ущерба ключевое значение имеют такие мероприятия, как:

- противопожарная профилактика (мероприятия, направленные на предупреждение возникновения пожаров, т.е. противопожарная пропаганда, разъяснительная и воспитательная работа, регулирование посещаемости лесов населением, контроль над соблюдением правил пожарной безопасности);

- ограничение распространения лесных пожаров (создание системы противопожарных барьеров, своевременная очистка лесных участков от захламлённости, проведение санитарных рубок, создание сети лесных дорог, противопожарных водоёмов);

- мониторинг пожарной опасности в лесах, лесных пожаров и разработка планов тушения лесных пожаров.

При всей важности перечисленных противопожарных мероприятий первостепенным является мониторинг пожарной опасности, который позволяет своевременно обнаружить очаги лесных пожаров и провести оперативные мероприятия по их устранению.

Развитие современных технологий способствует появлению новых технических средств, которые способны обнаруживать лесные пожары в режиме реального времени. Перспективными и эффективными средствами обнаружения лесных пожаров является использование беспилотных летательных аппаратов.

Одним из самых оптимальных и эффективных методов обнаружения и борьбы с очагами лесных пожаров считается авиационная охрана лесов, в том числе авиационный мониторинг, для которого применяются пилотируемые и беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [2]. Это позволяет своевременно обнаруживать очаги возгорания, особенно на удалённых и труднодоступных территориях. Недостатком пилотируемого мониторинга является высокая стоимость летного часа, необходимость использования нескольких летчиков-наблюдателей, невозможность мониторинга при высокой задымленности и зависимость от погодных условий. Указанные недостатки нередко являются определяющими при организации тушения лесных пожаров. Так, в частности, отсутствие необходимых средств на аренду летательных судов исключает оперативность обнаружения лесных пожаров, а также делает невозможным осуществление кратности патрулирования. Кроме того, необходимость проведения регламентных работ при ограниченном количестве самолетов создает опасность своевременного обнаружения и осуществления мониторинга имеющихся лесных пожаров [3].

БПЛА играют ключевую роль в современном мониторинге лесных пожаров, позволяя оперативно обнаруживать возгорания, оценивать их масштабы и координировать действия по тушению. Применение БПЛА значительно повышает эффективность борьбы с пожарами по сравнению с традиционными методами, т.к. позволяет вести мониторинг лесного пожара на всех этапах контроля за состоянием леса – от поиска очагов возгорания, до оперативного тушения. В России до конца 2030 года для лесных регионов запланировано получить более 5,1 тысяч БПЛА с целью предупреждения и борьбы с лесными пожарами [4].

БПЛА оснащаются фото- и видеокамерами высокого разрешения и тепловизорами, которые фиксируют изображения в темноте или в плохих погодных условиях и снабжают информацией наземные команды пожаротушения. Беспилотное патрулирование позволяет производить мониторинг больших территорий за короткое время за счет одновременного управления несколькими беспилотными аппаратами.

К основным задачам применения БПЛА при мониторинге лесных пожаров относятся:

1. Обнаружение возгораний на ранней стадии. БПЛА способны выявлять пожары на малых площадях, включая скрытые очаги, например, подземные торфяные пожары. Тепловизоры, установленные на дронах, позволяют обнаруживать тление даже под землёй.

2. Определение параметров пожара. При обнаружении возгорания БПЛА фиксируют координаты, площадь и направление распространения пламени. Это помогает оперативно передавать данные в диспетчерские службы для отправки пожарных бригад.

3. Верификация площадей, пройденных огнём. Минприроды разрешило использовать БПЛА для измерения площадей лесных пожаров, что повышает точность подсчётов по сравнению с авиационными методами.

4. Контроль за эффективностью мер по локализации и ликвидации очагов. БПЛА позволяют отслеживать динамику развития пожара и оценивать результативность принимаемых мер.

5. Координация действий при тушении. С помощью дронов определяют подъездные пути к очагу, источники воды, естественные рубежи для остановки огня, а также контролируют расстановку сил на кромке пожара.

6. Выявление зон повышенного риска. БПЛА помогают обнаруживать потенциально опасные участки: ветровалы, буреломы, сухие деревья.

Возможность использования беспилотников на низких высотах позволяет избежать или минимизировать влияние облачности или осадков, что гарантирует высокое качество снимков и данных. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет существенно снизить угрозу для жизни пилотов при выполнении задач в опасных условиях, таких как плотное задымление или сильная турбулентность в районах лесных пожаров. По статистике, риск авиационных происшествий при использовании БПЛА для мониторинга пожаров в 5–7 раз ниже, чем при работе пилотируемой авиации.

Применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в системе мониторинга и тушения лесных пожаров обеспечивает ряд существенных преимуществ. К ним относятся:

- оперативность: возможность быстрого сбора и передачи данных, что позволяет руководству принимать своевременные решения, оперативно начинать тушение и эффективнее координировать действия;

- высокая точность: использование тепловизионного оборудования с чувствительностью до 1–2 °С обеспечивает обнаружение даже незначительных очагов возгорания на самой ранней стадии, когда происходит тление лесной подстилки;

- ресурсосбережение: точное определение координат и скорости распространения огня позволяет оптимально распределять силы и средства, направ-

ляя пожарные расчёты непосредственно к наиболее опасным участкам, что ведёт к значительной экономии времени и ресурсов.

К недостаткам беспилотных аппаратов относят ряд технических ограничений:

- в среднем они могут работать без подзарядки около 40 минут, а время полета зависит напрямую от емкости аккумулятора;
- установка более емкого аккумулятора увеличивает вес и уменьшает полезную нагрузку;
- эффективность БПЛА снижается в сложных погодных условиях, например, при сильном ветре.

Применение БПЛА также ограничено из-за отсутствия в законодательстве чётких норм. В частности, не определён порядок их использования для осмотра частных территорий и контроля соблюдения противопожарных правил.

Космический (дистанционный, спутниковый) мониторинг земной поверхности с орбиты является перспективным направлением контроля за лесопожарной ситуацией. Однако современные космические аппараты не могут заменить авиационное патрулирование лесов, поскольку оперативные снимки с них имеют низкое разрешение и способны регистрировать пожары на площади 1-2 га и более, тогда как при помощи авиационных средств мониторинга возгорание определяется уже на площади нескольких квадратных метров [5].

В настоящее время получили широкое применение *геоинформационные системы (ГИС)* для обработки спутниковых данных, например, для оценки пространственного распределения степени пожарной опасности на территории. Одно из ключевых направлений – объединение всех существующих систем в единые платформы. Совместные данные со спутников, беспилотников, наземных датчиков и камер наблюдения с применением искусственного интеллекта (ИИ) позволяют более оперативно координировать работу экстренных служб.

В качестве примера можно привести платформу Pano AI (США), которая объединяет данные с камер, установленных на вышках, и спутниковые снимки для мониторинга лесов. Алгоритмы анализируют территорию радиусом до 24 км и определяют координаты возгорания с точностью до 10 метров.

Австралийской системой мониторинга является FireScout, с помощью которой проводится анализ изображения с сети камер, используя продвинутые алгоритмы ИИ. Система способна обнаруживать дым на расстоянии от 10 до 25 миль. В тестах с компанией Pacific Gas and Electric (PG&E) технология смогла обнаружить 200 из 300 пожаров менее чем за минуту.

Международный проект мониторинга – система FireSat, которая предполагает запуск созвездия спутников с инфракрасными камерами и ИИ для обнаружения лесных пожаров. Система способна фиксировать возгорания размером с комнату (примерно 5×5 метров) менее чем за 20 минут.

Проект направлен на создание глобальной системы раннего предупреждения, которая сможет обнаруживать лесные пожары в любой точке Земли в течение нескольких минут. Первые спутники были запущены в 2025 году, а полностью сеть планируется развернуть к 2030 году.

Возможности использования ИИ для прогнозирования лесных пожаров широко развиваются российскими специалистами. Так, специалисты Сколтеха обучили нейросети прогнозировать лесные пожары с точностью до 87 %. В настоящее время система проходит испытания на Сахалине.

Для анализа обстановки нейросеть обрабатывает спутниковые данные дистанционного зондирования Земли. В расчёт принимаются тип растительного и иного покрова, а также вегетационный индекс, который служит индикатором состояния растительности и уровня пожароопасности.

Российский стартап «Феникс-Карбон» внедряет эти технологии в практику мониторинга и тушения пожаров. Данная платформа объединяет беспилотные летательные аппараты (БПЛА), тепловизоры и системы на базе искусственного интеллекта (ИИ).

Алгоритмы ИИ выполняют следующие задачи:

- рассчитывают площадь возгорания и скорость его распространения;
- сопоставляют эти данные с погодными условиями, расположением населённых пунктов и плотностью лесного массива;
- прогнозируют вероятные очаги будущих пожаров;
- определяют приоритетные зоны для постоянного наблюдения БПЛА, чтобы обеспечить максимально быструю реакцию на возгорание.

Выводы:

Таким образом, современные тенденции развития мониторинга лесных пожаров заключаются в широком комплексном использовании новых технологий, таких как активное применение БПЛА, ГИС, космическое зондирование и ИИ для защиты природы, что помогает предотвратить экологические катастрофы и избежать гибели крупных лесных массивов из-за распространения огня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способы и технические средства тушения лесных пожаров в Российской Федерации / А. С. Антипова, В. Ю. Прохоров, О. В. Токарева, Ю. М. Евдокимов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2024. – Т. 1. – С. 143-146.
2. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов при тушении лесных пожаров / В. В. Мироненко, В. В. Абразумов, О. В. Токарева [и др.] // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2024. – Т. 2. – С. 199-200.

3. Секерин, И. М. Организация обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов / И. М. Секерин // Леса России и хозяйство в них. – 2025. – № 4(95). – С. 77-85. – DOI 10.51318/FRET.2025.95.4.008.

4. Абразумов, В. В. Изучение возможности применения кремнеземных композитов для тепловой защиты корпуса пожарных квадрокоптеров / В. В. Абразумов, С. В. Фролов, О. В. Токарева // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2025. – Т. 2. – С. 34-36.

5. Толмачев, А. Н. Проблемы и перспективы развития систем мониторинга лесных пожаров / А. Н. Толмачев // Мировая наука. – 2022. – № 10(67). – С. 71-75.

УДК 614.841.31

С.М. Агапова, Д.А. Юнин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОПАГАНДЫ

Аннотация: Статья посвящена возможностям технологического прогресса для осуществления противопожарной пропаганды и формирования культуры пожарной безопасности граждан.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, пожарная безопасность, противопожарная пропаганда, технологический прогресс.

S.M. Agapova, D.A. Yunin

POSSIBILITIES OF NEURAL NETWORKS FOR FIRE-PREVENTIVE PROPAGANDA

Abstracts: The article focuses on the possibilities of technological progress for fire prevention education and the development of a fire-safe culture among citizens.

Keywords: Artificial intelligence, fire safety, fire prevention, and technological progress.

С каждым днем современный мир меняется все больше и больше: информация распространяется с невероятной скоростью в различные точки планеты, а IT-технологии заменили человека почти в каждой сфере нашей жизни. Такой стремительный темп развития делает необходимым совершенствование системы противопожарной пропаганды на более эффективный и доступный уровень. Традиционные методы - листовки, плакаты, профилактические рейды - безусловно, играют свою роль, но их воздействие зачастую ограничены: бу-

мажные носители быстро теряют актуальность, а личное информирование граждан не всегда удаётся организовать в нужном масштабе [1-3].

Прогресс в сфере информационных технологий предоставляет новые возможности, одной из которых является применение нейросети. Именно она открывает поистине инновационные возможности для повышения уровня пожарной безопасности в обществе. Нейросеть, это мощный инструмент искусственного интеллекта, способный анализировать огромные сведения из разных источников, выявлять закономерности и генерировать необходимую информацию. Ключевое преимущество - персонализация. Вместо однотипных и непонятных сообщений, нейросети могут создать персональный контент для каждого человека, учитывая такие факторы, как возраст, место проживания, работа, увлечения и даже стиль общения.

Например, для пожилых людей искусственный интеллект может сгенерировать простые и наглядные инструкции по безопасному использованию печного отопления с крупным шрифтом и наглядными картинками [3]. Молодёжь лучше воспринимает короткие видеоролики, наглядно демонстрирующие последствия неосторожного обращения с огнём или нарушения правил эксплуатации электрооборудования. Школьникам можно предложить образовательные игры, где нужно правильно реагировать на различные сценарии возгорания [4, 5]. Нейросети генерируют тексты, изображения, видео и аудиофайлы, адаптированные под разные платформы: от постов в соцсетях до интерактивных веб страниц. Это не только ускоряет производство контента в десятки раз, но и позволяет оперативно обновлять информацию. Так, например, с помощью нейросети можно создать персонализированные памятки для жителей конкретного района, учитывая тип застройки (частный сектор в сельской местности или многоквартирные дома в городе) и сезон (отопительный или летний пожароопасный).

Еще одной областью пожарной безопасности, где искусственный интеллект может быть очень полезен, является анализ и прогнозирование пожарного риска. Собирая статистическую информацию о пожарах, погодных условиях, состоянии инфраструктуры или загруженности электросетей, нейросети могут выявить зоны повышенного пожарного риска и спрогнозировать вероятность возгорания с высокой точностью. Полученные данные позволяют сотрудникам чрезвычайного ведомства акцентировать внимания на информировании населения в уязвимых районах или рационально распределять ресурсы государственного пожарного надзора.

Искусственный интеллект способен автоматически рассылать сообщения или дополнительные рекламные уведомления в приложениях и на веб-страницах. Например, анализируя погодные условия и приближение периода майских праздников, когда люди часто собираются готовить мясо на природе, нейросеть может спрогнозировать увеличение риска лесных пожаров. Тогда,

накануне пожароопасного периода, граждане будут получать на свой мобильный телефон рассылку о правилах безопасного времяпрепровождения в лесу.

Интерактивные методы обучения предоставляют новые горизонты и технологии, для отработки действий в случае пожара в зданиях и сооружениях различного класса функциональной пожарной опасности. Виртуальная реальность, изобретенная на основе нейросетей, помогает запомнить последовательность действий при возникновении чрезвычайной ситуации, отработать пути эвакуации в здании или научиться использовать первичные средства пожаротушения. Такие симуляторы пожаров могут быть основаны на реальных событиях, с которыми каждый человек может столкнуться в неожиданной для себя ситуации.

Мониторинг и оценка эффективности профилактических мероприятий также выходят на новый уровень. Искусственный интеллект позволяет быстро и без особых затрат анализировать реакцию граждан в соцсетях. Например, сравнивать количество лайков, репостов, комментариев и просмотров под разными форматами профилактического контента и выявлять какие из них пользуются наибольшей популярностью, а какие требуют доработки, чтобы сделать их более результативными.

Внедрение нейросетей в противопожарную пропаганду требует комплексного подхода и междисциплинарного сотрудничества – между IT-специалистами и сотрудниками органов ГПН. Но не стоит забывать, что технологии не заменяют человека, а дополняют его усилия. Освобождая сотрудников пожарного надзора от рутинных задач таких как массовое расклеивание листовок или сбор статистики, нейросети позволяют им сделать акцент на стратегическом планировании и разработке новых видов профилактических мероприятий.

В конечном итоге внедрение искусственного интеллекта в противопожарную пропаганду позволяет сформировать устойчивую культуры пожарной безопасности населения. Постоянный, ненавязчивый и персонализированный подход к профилактике пожаров постепенно меняет поведенческие привычки у людей: граждане привыкают проверять выключены ли электроприборы перед уходом, знают, где находятся первичные средства пожаротушения в общественных местах, и с осторожностью относятся к источникам огня. Все это является элементами превентивной стратегии – предотвращение пожара до его возникновения [6. 7]. В результате создаётся общество, где пожарная безопасность – это естественная часть повседневной жизни.

Таким образом, интеграция нейросетей в противопожарную пропаганду не просто технологическое новшество, а необходимый шаг к созданию более безопасного общества. Внедряя искусственный интеллект в обеспечение пожарной безопасности граждан сегодня, можно снизить число пожаров и спасти тысячи человеческих жизней в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сони́на О.Н., Лаза́рев А.А. Использование языковых моделей искусственного интеллекта в решении задач пожарной профилактики // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII ВСЕРОССИЙСКОЙ научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 360-366. - EDN: JKEEBG
2. Лаза́рев А.А. [и др.] Возможности искусственного интеллекта для профилактики пожаров среди представителей старшей возрастной группы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 197-202. - EDN: VVDWNA
3. Лаза́рев А.А. [и др.] Проблемы модификации закадрового текста противопожарной пропаганды средствами искусственного интеллекта для создания видеороликов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 186-190. - EDN: SKXHNDY
4. Жалбу́ А.А. [и др.] Использование курсантами МЧС средств нейросети при модификации учебного видеоматериала по противопожарной пропаганде для школьников / Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 15-21. - EDN: IPKYRG
5. Солодо́ва Н.О. [и др.] Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 81-89. - EDN: FJFYWV.
6. Рома́нова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. - EDN: RXCHMG
7. Осмо́ловская А.А. [и др.] Регламентация и структурирование специальных технических условий по пожарной безопасности. Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Иваново, 2024 С. 295-299.- EDN: CWHEPR9.

УДК 699.814: 614.841.33:614.841.45

М.А. Агарков, В.В. Соколянский

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ. ГРАНИЦА МЕЖДУ ЧЕРТЕЖОМ И РЕАЛЬНОСТЬЮ

Аннотация: В статье рассмотрены некоторые заблуждения владельцев зданий, из-за которых запроектированная противопожарная защита часто остаётся на чертежах, не доходя до реальности. Показано, как в результате этого хорошие проектные решения превращаются в иллюзию безопасности и что нужно делать, чтобы они работали.

Ключевые слова: проектирование противопожарной защиты, противопожарные преграды, огнестойкость строительных конструкций, пути эвакуации, системы пожарной автоматики.

M.A. Agarkov, V.V. Sokolianskiy

DESIGN OF FIRE PROTECTION OF BUILDINGS. THE BORDER BETWEEN DRAWING AND REALITY

Abstracts: The paper discusses some misconceptions of building owners, which often result in the designed fire protection remaining on the drawings and not being implemented in reality. It shows how good design solutions can become an illusion of safety and what needs to be done to make them work.

Keywords: fire protection design, fire barriers, fire resistance of building structures, evacuation routes, and fire automation systems.

Проектирование противопожарной защиты здания начинается с чертежа. Чистого, белого листа бумаги, где всё возможно. Архитектор рисует стены, инженер расставляет извещатели, проектировщик размечает пути эвакуации. На бумаге огонь подчиняется правилам. Он движется туда, куда ему позволили разработчики. Он не проскакивает сквозь противопожарные преграды. Он не находит незаделанных щелей. На чертеже он вполне послушен.

В реальности огонь не читает чертежей. Он не знает, где нарисована противопожарная стена, а где – просто стена [1]. Он не отличает проектное решение от временной строительной конструкции. Он просто ищет пути распространения. И если хоть один путь есть – огонь пройдёт. Задача проектировщика – сделать так, чтобы этого пути не было. Но нарисовать это на чертеже и выполнить это в бетоне – разные вещи. Между ними пропасть, в которой исчезает большинство проектных решений.

И появлению этой пропасти, а в дальнейшем громадному её расширению и углублению, весьма способствуют иллюзии, которыми «тешат» себя вначале строители и монтажники, а затем владельцы и эксплуатационники здания.

Первая иллюзия: стена, нарисованная на бумаге

Противопожарная стена на чертеже – это линия. Толстая, красная, неоспоримая (хоть и пунктирная). Она делит здание на отсеки, за пределы которых огонь не должен выйти [2]. В реальности эта линия превращается в бетон, который заливают, армируют, сушат. А потом в этом бетоне сверлят отверстия для кабелей, труб, вентиляции. И каждое новое отверстие – это брешь, которой нет на чертеже.

Проектировщик знает, что в отверстиях нужны огнестойкие проходки. Он предусматривает их на чертеже [3]. Но на стройке проходки заполняют монтажной пеной. Или оставляют открытыми. Или забивают чем попало. Стена есть. Она стоит. Но она перестала быть противопожарной преградой. На чертеже она всё ещё красная, толстая, неоспоримая. В реальности это уже решето.

Вторая иллюзия: дверь, которая плотно закрывается

Противопожарная дверь на чертеже – это прямоугольник, который открывается в нужную сторону. Рядом с ним стоит обозначение: EI 30, ... EI 90 [4]. Оно обещает, что дверь выдержит полчаса, час, полтора. В реальности дверь может быть установлена так, что её не закрыть. Доводчик снят, потому что мешал. Уплотнитель крошился, потому что его не меняли. Замок закис, потому что его никогда не смазывали.

Дверь есть. Табличка висит. На чертеже она всё ещё надёжна. В реальности она открыта настежь. Или закрыта, но не герметична. Или герметична, но не закрывается [5]. Дым, который должен был задерживаться, проходит свободно. Огонь, который должен был остановиться, идёт дальше.

Третья иллюзия: извещатель, который всегда видит дым

Пожарный извещатель на чертеже – это квадратик. Он нарисован ровно там, где нужно: под потолком, на нужном расстоянии от стен, в зоне контроля [6]. В реальности эта коробочка может быть запылёна, заклеена, покрашена. Извещатель может висеть в месте, куда дым дойдёт через минуту, а может – через десять. Он может быть подключён к шлейфу, который оборван, или к прибору, который не настроен.

Пожарный извещатель есть. Он смонтирован. Акт подписан. На чертеже он всё ещё зорек. В реальности он слеп. И когда начнётся пожар, он не увидит дыма. Или увидит, но не передаст сигнал. Или передаст, но сигнал не дойдёт. Система, которая должна была сработать, промолчит.

Четвёртая иллюзия: эвакуация, которая нарисована

План эвакуации на чертеже – это красивые зелёные стрелки. Они ведут от каждого помещения к выходу. Они не пересекаются, не упрутся в стены,

не теряются [7; 8]. В реальности эти стрелки могут вести в тупик. Потому что выход, который нарисован, в жизни заперт. Или заставлен. Или ведёт не на улицу, а в другой коридор, который тоже заперт.

Люди, которые идут по этим стрелкам, не знают, что на чертеже всё было правильно. Они знают только, что дверь не открывается. Что коридор зава-лен. Что знак, который должен светиться, погас. Эвакуация, которая была за-проектирована, не состоялась. Потому что чертёж и реальность разошлись.

Пятая иллюзия: автоматика, которая надёжно срабатывает

Система автоматики на чертеже – это сеть. Датчики, приборы, исполни-тельные устройства. Она работает без ошибок, без задержек, без отказов [6]. В реальности эта сеть может быть обесточена, разорвана. Клапаны, которые должны закрыться, забиты пылью и не закрываются. Насосы, которые должны включиться, не включаются. Сигнал, который должен уйти, остаётся в прибо-ре.

Автоматика есть. Она смонтирована, когда-то настроена, принята. На чертеже она всё ещё надёжна. В реальности она мертва. И когда приходит по-жар, она не срабатывает. Не потому, что плохо спроектирована. Потому что её никто не проверял [7]. Никто не менял батареи. Никто не чистил датчики. Ни-кто не включал насосы. Она стояла и ждала. Но ждать она не умеет. Она уми-рает.

Шестая иллюзия: огнестойкость, которая гарантирована

Предел огнестойкости конструкции на чертеже – это просто обозначе-ние. REI 90, REI 120, REI 150. Оно гарантирует, что конструкция выдержит [3]. В реальности эта цифра может оказаться фикцией. Потому что бетон зали-ли с нарушением технологии. Потому что огнезащитное покрытие нанесли на ржавчину. Потому что конструкцию повредили при монтаже.

Конструкция стоит. Она несёт нагрузку. На чертеже она всё ещё защи-щена. В реальности она уже открыта огню. И когда температура поднимется, она рухнет не через два часа, а через пятнадцать минут. Люди, которые рас-считывали на два часа, не успеют. Пожарные, которые рассчитывали на два часа, не войдут.

Седьмая иллюзия: норматив, который всё решает

Проектировщик опирается на нормативы [9]. Законы, ГОСТы, Своды правил. Он верит, если выполнить всё, что там написано, здание будет защи-щено. Но нормативы не знают, каким будет это конкретное здание. Они не знают, что стены будут сверлить через неделю после сдачи. Что двери будут открыты. Что извещатели закрасят. Что автоматику отключат.

Нормативы – это основа. Но не гарантия. Гарантия – это внимание. Внимание к тому, как строят. Внимание к тому, как эксплуатируют. Внимание к тому, как здание живёт. Норматив не может заменить взгляд, который видит, что огнезащита осыпается, а дверь не закрывается. Норматив не может заста-вить заделать дыру в стене, через которую может пройти огонь.

Восьмая иллюзия: проектировщик, который всё предусмотрел

Проектировщик не может предусмотреть всё. Он не знает, что через пять лет в здании сделают перепланировку, которая уничтожит все противопожарные преграды. Он не знает, что владелец отключит автоматику, потому что она «ложно срабатывает». Он не знает, что электрик, прокладывая новый кабель, пробьёт стену в самом уязвимом месте.

Проектировщик делает всё, что может [10]. Он ставит стены, двери, пожарные извещатели, клапаны. Он рассчитывает эвакуацию, проверяет огнестойкость, согласовывает технические решения. Но он не может заставить людей не разрушать его работу. Он не может заставить владельца здания обслуживать системы. Он не может заставить время не состаривать конструкции.

Девятая иллюзия: здание, которое защищено навсегда

Здание, которое сдали, вовсе не защищено навсегда. Оно защищено на момент сдачи. А потом начинается жизнь. Стены стареют, двери ломаются, автоматика отказывает, огнезащитные покрытия осыпаются. Каждый год защита слабеет. Каждый год здание становится уязвимее. И если не следить, не проверять, не ремонтировать, не восстанавливать, через десяток лет от проектных решений не останется ничего [8].

Проектировщик создаёт не вечную защиту. Он создаёт потенциал. Потенциал, который нужно поддерживать. Но поддерживать никто не хочет. Потому что это дорого. Потому что это не срочно. Потому что это про будущее, а не про сегодня. И когда приходит пожар, выясняется, что потенциал исчерпан. А защита – исчезла.

Главная иллюзия: мы можем предвидеть возникновение пожара

Мы не можем предвидеть огонь. Мы не знаем, где он начнётся, как пойдёт, где остановится. Мы можем только предполагать. И на этих предположениях строим противопожарную защиту. Мы возводим стены там, где, как нам кажется, пойдёт огонь. Мы рассчитываем время там, где, как нам кажется, люди успеют. Мы выбираем материалы там, где, как нам кажется, они выдержат.

Но огонь не обязан следовать нашим предположениям. Он может начаться там, где мы его совсем не ждали. Он может пойти туда, куда мы не заглядывали. Он может сжечь то, что, по нашим расчётам, гореть не должно. Проектирование противопожарной защиты – это не предвидение. Это подготовка к неизвестному. И чем лучше подготовка, тем больше шансов, что неизвестное не обернётся катастрофой...

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон № 123-ФЗ : [принят Государственной думой 04 июля 2008 года, одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года (в редакции от 14.07.2022 № 276-ФЗ)]. – Москва : Проспект, 2023. – 128 с.

2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты : свод правил: издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 12.03.2020 № 151 : взамен СП 2.13130.2012 : дата введения 2020-09-12 / разработан и внесён ФГБУ «ВНИИПО МЧС России». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 32 с.

3. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75). Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования (переиздание май 2003 г.) : межгосударственный стандарт : издание официальное : введён в действие постановлением Минстроя России от 23.03.1995 № 18-26 : взамен СТ СЭВ 1000-78 : дата введения 1996-01-01 / разработан ЦНИИСК им. Кучеренко, ЦПИТЗС ЦНИИСК, ВНИИПО МВД России, внесён Минстроем России. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.

4. ГОСТ Р 53307-2009. Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.02.2009 № 83-ст : взамен ГОСТ 30247.2-97 : дата введения 2010-01-01 / разработан ФГУ «ВНИИПО» МЧС России, ГУП «ЦНИИСК» им. В.А. Кучеренко : внесён Техническим комитетом ТК274 «Пожарная безопасность». – Москва : Стандартинформ, 2019. – 38 с.

5. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом Минстроя России от 24.08.2016 № 590/пр : введён в действие : дата введения 2017-02-25 / исполнители ООО «АСД-групп», АО «ЦНИИПромзданий» : введён Техническим комитетом по стандартизации ТК-465 «Строительство». – Москва : Стандартинформ, 2017. – 31 с.

6. СП 484.1311500.2020*. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования (с изменением № 1 2025 г.) : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 31.07.2020 № 582 : взамен СП 5.13130.2009 в части требований к системам пожарной сигнализации и аппаратуре управления установок пожаротушения : дата введения 2021-03-01 / разработан и внесён ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва : ФГУП Стандартинформ, 2026. – 25 с.

7. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 19.03.2020 № 194 : взамен СП 1.13130.2009 : дата введения 2020-09-19 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 49 с.

8. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : по состоянию на 30.03.2023 : [утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479]. – Москва : Проспект, 2023. – 96 с.

9. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании : Федеральный закон № 184-ФЗ : [принят Государственной думой 15 декабря 2002 года, одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года (в редакции от 23.07.2025 № 262-ФЗ)] : сайт / КонсультантПлюс. – URL: <https://www.consultant.ru/document/>

cons_doc_LAW_40241/?ysclid=mo9vdunhaa156861472 (дата обращения 15.04.2026).

10. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности : Федеральный закон № 69-ФЗ : [принят Государственной думой 18 ноября 1994 года (в редакции от 29.02.2022 № 606-ФЗ)]. – Москва : Проспект, 2023. – 32 с.

УДК: 614.84

И. Н. Алтынбаев, Р. М. Шипилов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПОДГОТОВКИ ГДЗС С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация: в статье рассмотрен комплекс предложений по совершенствованию подготовки газодымозащитников с помощью современных технологий. Авторами рассматриваются VR-технологии, как одно из перспективных направлений в организации тренировочных занятий на объектах с массовым пребыванием людей, в частности отработки планов эвакуации.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, газодымозащитник, виртуальная реальность.

I. N. Altynbayev, R. M. Shipilov

SUGGESTIONS FOR IMPROVING FIREFIGHTER TRAINING USING NEW TECHNICAL MEANS

Abstracts: The article examines a set of proposals for improving firefighter training using modern technologies. The authors explore VR technology as a promising approach to organizing training sessions at crowded facilities, particularly for practicing evacuation plans.

Keywords: professional training, firefighter, virtual reality.

Актуальность

Активизация и интенсификация системы обучения в стране, в том числе и к действиям в экстремальных ситуациях, стали важнейшими задачами. Все больше возрастают требования к работникам пожарной охраны, совершенствованию их профессионального мастерства, выработке необходимых моральных и социально-психологических качеств, а также организационно-педагогическим формам и методам их подготовки [1, 2]. Современные условия диктуют повышенные требования к специалистам пожарной охраны, таким

образом они должны быть подготовлены к качественному и оперативному выполнению служебных функций в тяжелейших условиях [3].

Целью исследования является разработка комплекса предложений по совершенствованию подготовки газодымозащитников с помощью новых технических средств обучения.

Для решения поставленной цели, были разработаны **задачи**, а именно:

- изучить характеристики системы профессиональной подготовки оперативного состава газодымозащитников;
- дать практические рекомендации по применению комплекса предложений, определяющих качество профессиональной подготовки оперативного состава газодымозащитников.

Методы исследования

В качестве основного метода исследования использован метод системного анализа. Были изучены законодательные и нормативные документы.

Анализ и обсуждение результатов исследования

В соответствии с Приказом МЧС России от 1 декабря 2016 г. № 653 «О квалификационных требованиях к должностям в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы» утверждены квалификационные требования к уровню образования, стажу службы в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы (ФПС ГПС) [4]. В данном приказе рассматриваются основные требования к профессиональным знаниям и навыкам сотрудников ФПС ГПС, а также их физической подготовки.

Существует несколько основных методических подходов к профессиональной подготовке специалистов [5]. Основные элементы подготовки – это теоретическое и практическое обучение, которое может включать в себя:

1. Внедрение в образовательный процесс виртуальной симуляции действий газодымозащитников для тренировки навыков реагирования в экстремальных условиях [6, 7].

2. Использование специальных тренажеров и оборудования для симуляции ситуации аварийного выброса опасных веществ, что позволит на практике освоить правильные действия [7].

3. Внедрение интерактивных курсов и онлайн-тренингов, где сотрудники МЧС могут углубленно изучить теорию и практику работы газодымозащитников [8].

4. Создание мобильных приложений для обучения газодымозащитников, где они смогут проводить тренировки в любом удобном месте и в любое время [9].

5. Проведение практических занятий с использованием дронов, для обучения навигации и оценки опасной зоны при аварийном выбросе газов [10].

6. Организация симуляционных учений с участием профессионалов и специалистов в области газодымозащиты для практического применения знаний и навыков [7].

Поиск новых подходов к обучению, обеспечивающих результативность формирования профессионально значимых умений и навыков у сотрудников ФПС ГПС, обуславливает внедрение в процесс профессиональной подготовки оперативного состава газодымозащитной службы (ГДЗС) по Ульяновской области активных методов обучения в сочетании с современными информационными технологиями. Дополнение традиционных подходов к организации занятий применением технологий виртуальной реальности (VR) открывает новые возможности не только для изучения теоретического материала, но и для развития практических умений обучающихся, необходимых для успешного осуществления профессиональной деятельности.

Необходимо отметить, что виртуальная среда при всей своей функциональности остается полностью контролируемой и безопасной для обучающегося. Практико-ориентированные умения, формирующиеся в процессе профессиональной подготовки – это совокупность практически отработанных, последовательно воспроизведенных действий, основанных на практико-ориентированных знаниях и нацеленных на успешное решение задач профессиональной направленности.

Среди практико-ориентированных умений оперативного состава ГДЗС, целесообразно отметить следующие:

- способность применять на пожаре технические средства связи и управления подразделениями, средства пожаротушения и спасательные средства, различные виды пожарно-технического оборудования и вооружения, обеспечивать техническую готовность пожарных автомобилей, осуществлять эксплуатационные испытания пожарной техники;
- принимать правильные решения и осуществлять взаимодействие в нестандартных и экстремальных ситуациях;
- осуществлять планирование пожаротушения;
- применять нормативные правовые акты, связанные с пожарной безопасностью [11].

Одним из направлений применения VR-технологий является организация противопожарных тренировок на объектах с массовым пребыванием людей, в частности отработки планов эвакуации.

Следует отметить, что виртуальные тренажеры, разрабатываемые за рубежом, как правило, не могут быть непосредственно использованы в образовательном процессе российских организаций, а требуют разной степени адаптации, поскольку не учитывают специфики отечественных нормативных правовых актов в области пожарной безопасности, тактики тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ, особенностей устройства и применения пожарной техники и т.д. Несмотря на различную специфику применения VR-

технологий в процессе профессиональной подготовки специалистов пожарно-технического профиля, можно построить общую структурную схему формирования практико-ориентированных умений с использованием VR-тренажеров.

Согласно представленной схеме (рис. 1) формирование практико-ориентированных умений происходит на базе уже имеющихся знаний. При этом проведение практических занятий с использованием виртуального тренажера, обычно, включает в себя вводный инструктаж, постановку задачи, индивидуальную настройку оборудования и непосредственно решение поставленной задачи в среде VR. В рамках учебных дисциплин данная схема также может включать аттестацию обучающихся, которая частично или полностью может проводиться в виртуальном пространстве.

Для оценки эффективности VR-тренажера как средства формирования соответствующих практико-ориентированных умений был проведен сравнительный анализ по результатам аттестации по теме в рамках одних и тех же учебных групп.



Рис. 1. Структурная схема формирования практико-ориентированных умений с использованием VR-тренажеров

Общий контингент обучающихся первоначальной подготовки составил 90 человек. Результаты аттестации представлены на рис. 2.

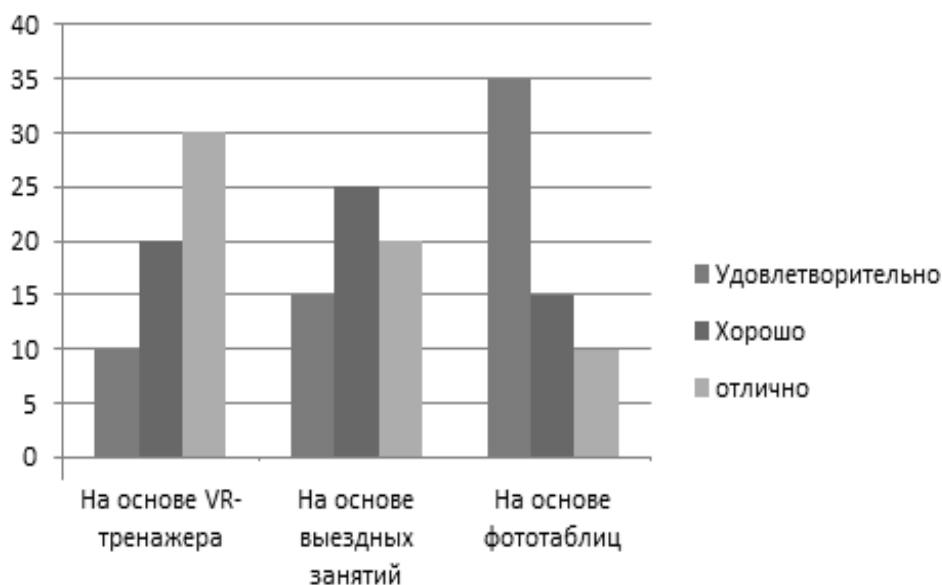


Рис. 2. Результаты аттестации

Как видно, доля обучающихся, получивших оценки «4» и «5» по результатам освоения темы на основе VR соизмерима с результатами практиков, включающих выездные занятия на место пожара, и существенно выше по сравнению с практическими занятиями, проводимыми с использованием графических материалов. Это говорит об эффективности применения данного вида программно-аппаратных средств для формирования практико-ориентированных умений в процессе профессиональной подготовки специалистов пожарно-технического профиля. При этом, стоит отметить, что частичный или полный перенос практических занятий в виртуальную среду, позволит минимизировать издержки и риски, связанные с транспортировкой обучающихся к местам пожара для проведения выездных занятий. Кроме того, постоянно пополняемая база виртуальных полигонов тренажера дает возможность охватить более широкий спектр различных сценариев следственных действий при осмотре места пожара, что также положительно влияет на формирование соответствующих практико-ориентированных умений.

Заключение

Таким образом, профессиональная подготовка сотрудников ГДЗС важна для обеспечения эффективной защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, таких как пожары, наводнения, землетрясения и другие стихийные бедствия. Обученные специалисты способны быстро и эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации, осуществлять спасательные операции, проводить ликвидацию последствий стихийных бедствий и предоставлять помощь пострадавшим. Подготовка также помогает сотрудникам МЧС развивать профессиональные навыки, улучшать координацию действий в экстренных ситуациях и обеспечивать безопасность общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лысова А.Н., Шипилов Р.М. Комплекс предложений по совершенствованию профессионально-прикладной подготовки сотрудников ФПС ГПС // В сборнике: Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 36-39.
2. Виноградов Д.М., Шипилов Р.М. Комплекс предложений по разработке системы учебно-тренировочных занятий по подготовке газодымозащитников на свежем воздухе // В сборнике: Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 88-92.
3. Горб В. Методологические основы проектирования стандартов профессиональной подготовки // Государственная служба. 2009. № 3. С. 39-44.
4. Приказ МЧС России от 1 декабря 2016 г. № 653 «О квалификационных требованиях к должностям в федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71474798/> (Дата обращения: 12.03.2026).
5. Гладенко В.А. Совершенствование образовательного процесса сотрудников специальных подразделений (на примере МЧС России) // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов. 2018. С. 280-283.
6. Шарabanова И.Ю., Гринченко Б.Б., Баканов М.О., Суrowегин А.В. Применение технологий виртуальной реальности при первоначальной подготовке газодымозащитников // В сборнике: Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности. материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург, 2023. С. 58-65.
7. Присяжнюк С.П., Присяжнюк А.С., Соколов А.Н., Храбан А.В. и др. Многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс подготовки обучающихся в области обеспечения пожарной безопасности и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Патент на изобретение RU 2816401 C1, 28.03.2024. Заявка № 2023119928 от 27.07.2023.
8. Мироненко О.И., Мироненко Н.О. Применение системы дистанционного обучения в МЧС России // В сборнике: Информационные технологии в сфере РСЧС и ГО. Сборник трудов секции № 12 XXXV Международной научно-практической конференции. Химки, 2025. С. 140-143.
9. Маринич Е.Е., Шипилов Р.М. Теоретико-методологический аспект разработки электронной рабочей тетради по дисциплине «Физическая подготовка», как средство организации самостоятельной работы обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России // Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 35-47.

10. Коршунов Н.А., Савченкова В.А., Перминов А.В., Конюшенков М.Е. Перспективные направления применения беспилотных авиационных систем в лесном комплексе // Лесохозяйственная информация. 2022. № 2. С. 34-46.

11. Ковалева Е.Г., Радоуцкий В.Ю., Северин Н.Н. Концептуальные основы, определяющие эффективное функционирование системы профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 1. С. 190-194.

УДК 614.84

Т.Р. Амерханов, О.О. Амерханова, Л.Н. Стеблянский
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ПОМОЩНИК РУКОВОДИТЕЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА (РТП) В ЗДАНИИ: МАРШРУТИЗАЦИЯ ЗВЕНЬЕВ ГДЗС И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация: В статье рассматривается применение систем искусственного интеллекта для поддержки принятия решений руководителем тушения пожара в зданиях. Особое внимание уделено автоматической маршрутизации звеньев газодымозащитной службы и прогнозированию опасных факторов пожара в реальном времени. Материал ориентирован на курсантов и слушателей образовательных учреждений МЧС, а также на практикующих офицеров.

Ключевые слова: искусственный интеллект, руководитель тушения пожара, газодымозащитная служба, маршрутизация, прогнозирование опасных факторов пожара, высотные здания, агентный модуль, безопасность личного состава.

T.R. Amerkhanov, O.O. Amerkhanova, L.N. Steblyansky

ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS AS A FIRE INCIDENT COMMANDER'S ASSISTANT IN BUILDINGS: ROUTING OF GAS AND SMOKE PROTECTION UNITS AND PREDICTION OF HAZARDOUS FACTORS

Abstracts: The article discusses the application of artificial intelligence systems to support decision-making by firefighters in buildings. Special attention is paid to the automatic routing of gas and smoke protection units and the prediction of fire hazards in real time. The article is intended for cadets and students of educational institutions of the Ministry of Emergency Situations, as well as for practicing officers.

Keywords: artificial intelligence, firefighting commander, gas and smoke protection service, routing, forecasting of dangerous fire factors, high-rise buildings, agent module, and personnel safety.

После выпуска курсант МЧС может оказаться на позиции руководителя тушения пожара (далее – РТП) в здании, где каждая минута промедления стоит человеческих жизней, а традиционные методы разведки сопряжены с высоким риском. Именно здесь на помощь РТП приходят системы искусственного интеллекта – не как замена человеку, а как интеллектуальный помощник, способный в реальном времени строить маршруты для звеньев газодымозащитной службы (далее – ГДЗС), прогнозировать опасные факторы и выдавать чёткие рекомендации на планшет или через голосовой интерфейс. Применение таких систем становится прямым путём к сохранению жизни личного состава и успешному выполнению задач.

В отличие от малоэтажных зданий, высотное здание представляет собой тёмный лабиринт из десятков этажей, сотен помещений и запутанных путей эвакуации. Актуальные исследования в области пожарной безопасности подтверждают, что эффективным решением в таких условиях является применение интеллектуальных систем, способных в реальном времени анализировать обстановку и вырабатывать рекомендации для РТП [1]. Такая система, объединяя данные с дронов, стационарных датчиков здания и носимых устройств пожарных, может выдавать РТП готовые решения по маршрутизации звеньев ГДЗС и предупреждать о скрытых угрозах.

Ключевая функция такого помощника – динамическая маршрутизация звеньев ГДЗС. В традиционной работе командир звена ГДЗС прокладывает путь на основе плана здания, но в условиях плотного дыма и высоких температур пожарный легко теряет ориентацию. Система решает эту проблему иначе: каждый пожарный оснащён носимым агентом, который через защищённую сеть обменивается данными с агентами-дронами, облетающими здание снаружи и внутри, а также со стационарными датчиками, встроенными в конструкции. Используя модифицированные алгоритмы поиска пути, система за секунды вычисляет оптимальный маршрут для каждого звена ГДЗС к очагу пожара. РТП видит на своём планшете не просто схему этажа, а живую карту, где зелёным цветом подсвечены безопасные коридоры, жёлтым – зоны с повышенной температурой, красным – участки, куда заходить категорически запрещено. Эта карта пересчитывается каждую секунду, адаптируясь к прогару перекрытий, изменению решающего направления и другим факторам.

Но маршрутизация для РТП – это не только путь вперёд, но и гарантия возвращения звена. Одна из главных причин гибели пожарных в зданиях – потеря обратного пути, когда он оказывается отрезанным огнём или завалом. Помощник решает и эту задачу: он непрерывно отслеживает положение каждого пожарного по показаниям его носимого датчика (GPS/инерциальная си-

стема, давление в баллоне, частота пульса, температура тела) и в реальном времени перестраивает обратный маршрут. Если агент фиксирует, что в коридоре, по которому звено шло к очагу, температура подскочила со 100 до 600 °С или резко упала видимость, он мгновенно прокладывает альтернативный путь – через запасную лестницу, технический этаж или аварийный люк. РТП получает уведомление: «Звено, путь отсечён, рекомендован обход через запасную дверь». Более того, система может прогнозировать время возвращения: если расчётное время превышает оставшийся запас кислорода в баллонах (с учётом повышенного потребления при панике или нагрузке), агент подаёт сигнал тревоги РТП и автоматически снижает приоритет задачи тушения, переводя звено в режим экстренной эвакуации.

Второй критический блок работы ИИ-помощника – прогнозирование опасных факторов, о которых РТП может даже не подозревать, но которые убивают быстрее открытого огня. В здании спектр угроз гораздо шире, чем на открытой местности: это и отравление продуктами горения через вентиляцию, и внезапный «тепловой удар» при высокой влажности и температуре, и эффект обратной тяги при вскрытии двери, и обрушение перекрытий из-за потери несущей способности. Агенты распознавания, обученные на тысячах реальных пожаров и симуляций, анализируют видеопотоки с дронов и тепловизоров, выявляя незаметные для человека признаки. Например, агент может засечь скрытое тление проводки за подвесным потолком по характерному микроразовышению температуры и небольшому количеству сизоватого дыма, который глаз не различает. Или – предсказать обрушение балки за 2–3 минуты до события, заметив скорость отслоения штукатурки и изменение цвета металла [2]. РТП получает от системы чёткие рекомендации: «Внимание, в зоне этажа 25 через 5 минут вероятно обрушение перекрытия, вывести звенья из зоны» или «За дверью обнаружена взрывоопасная концентрация пиролизных газов, вскрытие только дистанционно». Такие подсказки позволяют РТП принимать решения, которые раньше были доступны только самым опытным, почти интуитивным офицерам, а теперь становятся информационной основой для любого командира.

Уже сегодня существуют работающие прототипы таких систем. Например, американская разработка C-THRU Navigator крепится на каску, через тепловизор и ИИ отображает контуры помещений и силуэты людей на прозрачном дисплее, а также автоматически строит обратный маршрут [3]. В ходе испытаний пожарные с этой системой находили пострадавших в два раза быстрее. Однако для использования в зданиях её необходимо доработать: добавить приём данных с дронов и датчиков здания, научить прогнозировать рост температуры и обрушения, а также адаптировать под российские стандарты связи.

Нами предлагается создание «Агентного модуля РТП» – интеграцию носимого ИИ-помощника на каске с роем микродронов внутри здания и стацио-

нарными датчиками. В отличие от существующих аналогов, модуль должен прогнозировать опасные факторы на 5–10 минут вперёд (обрушения, тепловой удар, взрыв газов) с помощью LSTM-нейросети, обученной на реальных пожарах в высотках, и автоматически перестраивать маршруты всех звеньев ГДЗС в единой сети [4].

На рисунке представлена структурная схема взаимодействия компонентов агентного модуля РТП:



Рисунок. Агентный модуль РТП (предлагаемая концепция)

Предлагаемая система имеет ключевые преимущества: снижение времени эвакуации звеньев из опасной зоны на 40 %, прогнозирование скрытых угроз за 2–3 минуты до события, автономную работу при полном отключении связи за счёт децентрализованной mesh-сети агентов на каждом бойце. Основные ограничения: высокая стоимость оснащения одного звена (около 2 млн руб.), необходимость дооснащения зданий стационарными датчиками, риск кибератак и опасность слепого доверия РТП системе с утратой собственных тактических навыков.

Для курсанта МЧС такой помощник становится учебным тренажёром. В симуляторах будущий офицер учится не шаблонным действиям, а пониманию логики агента, сопоставлению интуитивных решений с тактически обоснованными. Получив от системы сигнал о риске и альтернативу, курсант привыкает спрашивать: «Почему?», анализировать аргументы и принимать взвешенное решение. Так формируется командир, сочетающий человеческую гибкость с вычислительным интеллектом.

Внедрение ИИ в практику РТП – это не технологическое обновление, а смена парадигмы управления подразделениями в высотных зданиях. Предлагаемый агентный модуль (носимые датчики, микродроны, стационарные сен-

сору) в реальном времени решает две задачи: динамическую маршрутизацию звеньев ГДЗС с гарантированным возвращением личного состава и заблаговременное прогнозирование опасных факторов (обрушений, теплового удара, взрыва газов). Несмотря на высокую стоимость, риски кибератак и проблему психологической зависимости, система предоставляет даже неопытному офицеру информационную поддержку на уровне лучших тактических интуиций, сохраняя жизни личного состава и повышая эффективность тушения пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яровой, В. Ю. Разработка модели оптимизации управления действиями пожарно-спасательными подразделениями на пожаре с использованием нейронных сетей / В. Ю. Яровой, Я. В. Гребнев, А. А. Сержинмаа, А. А. Босоногов, И. Н. Иванова // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 11. – URL: ivdon.ru (дата обращения: 04.04.2026).
2. Nan, Z. Structural-fire responses forecasting via modular AI / Z. Nan, M. A. Orabi, X. Huang, Y. Jiang, A. Usmani // Fire Safety Journal. – 2023. – Vol. 140. – Article 103863. – DOI: 10.1016/j.firesaf.2023.103863.
3. From Vision to Reality: Qwake Technologies Ships First Customers [Электронный ресурс] // Qwake Technologies. – URL: www.qwake.tech/news/from-vision-to-reality-qwake-technologies-ships-first-customers (дата обращения: 04.04.2026).
4. Lu, X. Prediction of flashover time in a compartment fire by CNN-LSTM based deep neural network considering wearable data collection equipment / X. Lu, M. He, Z. Wang, H. Hu, J. Ji, J. Zhu // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 97. – Article 110719. – DOI: 10.1016/j.jobee.2024.110719.

УДК 343.37

А.А. Анварбегов, Н.М. Панев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СУДЕБНОЙ ПРАКТИКИ ПО ДЕЛАМ О НАРУШЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РЕЖИМА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ

Аннотация: Статья посвящена анализу судебной практики по делам о нарушении правил эксплуатации электроустановок. Рассматриваются проблемы доказывания причинно-следственной связи, разграничение административной и уголовной ответственности, а также вопросы субъектного состава. На основе выборки из нескольких судебных актов за 2022–2025 гг. выявлены типичные ошибки правоприменения и предложены пути их устранения.

Ключевые слова: электроустановки, ответственность, проблема квалификации правонарушений, нарушения эксплуатации.

A.A. Anvarbegov, N.M. Panev

ANALYSIS OF JUDICIAL PRACTICE IN CASES OF VIOLATION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS APPLICABLE TO ELECTRICAL INSTALLATIONS

Abstracts: The article is devoted to the analysis of judicial practice in cases of violation of the rules for the operation of electrical installations. The problems of proving a causal relationship, the delineation of administrative and criminal liability, as well as the issues of subject composition are considered. Based on a sample of several court decisions from 2022 to 2025, typical errors in law enforcement are identified and ways to eliminate them are proposed.

Keywords: Electrical installations, liability, problem of qualification of offenses, violations of operation.

Статистика последних лет свидетельствует о том, что нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования являются одной из доминирующих причин возникновения пожаров в Российской Федерации. Более 40% пожаров в жилом и общественном секторе связано именно с электротехническими причинами (короткое замыкание, перегрузка сетей, неисправность электроприборов). Высокий уровень латентности нарушений и сложность фиксации доказательственной базы делают данную категорию дел одной из самых спорных в судебной практике.

Целью настоящего исследования является выявление типичных ошибок судов и правовых проблем, возникающих при рассмотрении дел о нарушении требований противопожарного режима в отношении электроустановок. Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать составы правонарушений, предусмотренных ст. 20.4 КоАП РФ и ст. 219 УК РФ, а также оценить практику правоприменения последних лет. на основе выборки из дел, изученных в картотеке ГАС «Правосудие».

Правовое регулирование в данной сфере носит бланкетный характер. Основополагающим актом являются Правила противопожарного режима в Российской Федерации (ППР РФ № 1479). Ключевые требования, нарушение которых наиболее часто встречается в судебной практике, закреплены в пунктах 36–44 указанных Правил. Среди них: запрет на эксплуатацию электроустановок с видимыми неисправностями (поврежденные розетки, рубильники), использование несертифицированных (самодельных) электронагревательных приборов, а также обязанность обеспечить исправность устройств защитного отключения (УЗО) [citation:1].

Для квалификации деяния суды вынуждены обращаться к Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), так как ППР отсылает к техническим нормам. Наиболее часто применяются положения ПУЭ о запрете «скруток» при соединении проводов и о требованиях к защите сетей от сверхтоков. Административная ответственность наступает по ст. 20.4 КоАП РФ. Часть 1 данной статьи предусматривает для юридических лиц штраф до 150 тыс. рублей (или предупреждение), однако если нарушение выявлено на объекте с массовым пребыванием людей (торговые центры, школы, больницы), применяется ч. 6, повышающая штраф для юрлиц до 400 тыс. рублей. Уголовная ответственность (ст. 219 УК РФ) наступает только при наличии тяжких последствий. Если нарушение повлекло причинение тяжкого вреда здоровью или смерть человека, наказание может достигать лишения свободы до 5 лет (при гибели двух и более лиц — до 7 лет). Ключевым отличием является обязательное наличие причинно-следственной связи между нарушением и наступившими последствиями.

В ходе анализа судебных дел были выделены три основные группы проблем, наиболее часто приводящие к отмене решений или оправданию подсудимых.

Судебная практика исходит из того, что сам по себе факт нарушения ППР не является безусловным доказательством того, что это нарушение вызвало пожар. Например, в деле № 12-345/2024 (Московский городской суд) было отменено постановление о штрафе в отношении юрлица. Суд указал, что эксперт не смог категорично утверждать, что короткое замыкание произошло именно из-за наличия скрутки проводов, а не вследствие внешнего скачка напряжения в общей сети. Аналогичная ситуация сложилась в уголовном процессе (Дело № 1-67/2023, Краснодарский край), где был вынесен оправдательный приговор по ст. 219 УК РФ. Заключение пожарно-технической экспертизы содержало вероятностные формулировки («могло привести», «не исключается»), что в соответствии с презумпцией невиновности было истолковано судом в пользу обвиняемого.

Основным критерием разграничения служат последствия: наличие факта причинения тяжкого вреда здоровью или смерти. Однако на практике суды часто переqualифицируют уголовные дела на административные из-за отсутствия прямой причинной связи. В Деле № 1-89/2024 (Свердловская область) должностное лицо изначально привлекалось по ч. 1 ст. 219 УК (гибель человека). Суд переqualифицировал деяние на ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ, установив, что, хотя нарушение (отсутствие УЗО) и имело место, но пострадавший проник в нежилое помещение незаконно, и его действия находились вне зоны контроля ответственного лица. Таким образом, наличие формального нарушения без доказанной причинно-следственной связи исключает уголовную ответственность.

Наиболее остро стоит вопрос о том, кто должен отвечать за состояние электроустановки — собственник или арендатор. Договоры аренды зачастую не конкретизируют обязанности по обслуживанию электрощитовых и заземления. Сложилась неединообразная практика. В деле № А40-12345/2024 (Арбитражный суд г. Москвы) штраф был наложен на арендатора, который активно эксплуатировал помещение. Суд указал, что арендатор обязан соблюдать ППР в процессе использования помещения. Однако существует и альтернативная позиция, изложенная в Постановлении ВС РФ № 307-ЭС21-6789, согласно которой ответственность несет собственник, если арендатор не имеет технического доступа к электрощитовой (щитовая находится в закрытом помещении, ключи от которого есть только у управляющей компании).

В качестве крайней меры за грубые нарушения эксплуатации электроустановок суды применяют административное приостановление деятельности (ст. 3.12 КоАП РФ). Например, в Деле № 12-789/2025 (Санкт-Петербург) деятельность торгового центра была приостановлена на 30 суток из-за полного отсутствия заземления электроустановок. Судья мотивировал решение тем, что назначение штрафа невозможно, поскольку нарушение создавало реальную угрозу жизни людей, и менее строгий вид наказания не обеспечил бы немедленного устранения рисков.

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы и предложения по совершенствованию правоприменительной практики.

Одной из проблем экспертиз является низкое качество пожарно-технических экспертиз. Использование вероятностных формулировок вместо категоричных выводов делает невозможным привлечение к уголовной ответственности (ст. 219 УК РФ) и часто влечет отмену административных постановлений. Неопределенность субъектного состава. Сохраняется неединообразие судебной практики по вопросу распределения ответственности между арендатором и арендодателем за состояние электрохозяйства, что создает риски для обеих сторон арендных отношений.

Внесение изменений в руководящие разъяснения Пленума ВС РФ. Следует обязать суды при рассмотрении дел данной категории требовать от сторон указания конкретных пунктов ПУЭ (Правил устройства электроустановок), которые были нарушены, исключая отсылки к «общим нормам техники безопасности». Представляется необходимым ввести в практику обязательное привлечение специалиста-электротехника к осмотру места пожара на стадии дознания для точного фиксирования следов короткого замыкания и аварийных режимов работы сети. Применение ст. 2.9 КоАП РФ. Рекомендовать судам при признании нарушения малозначительным (ст. 2.9 КоАП РФ) не просто прекращать дело, а выдавать представление об устранении недостатков, чтобы избежать повторных нарушений со стороны недобросовестных владельцев электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства РФ № 1479 от 16.09.2020, ред. 2025). - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ).- https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/
3. Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ). - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/
4. Обзор судебной практики Верховного Суда РФ № 3 (2024) (раздел по делам о пожарной безопасности).- <https://sudact.ru/practice/po-pozharnej-bezopasnosti/>
5. Судебная практика из сайта СудАкт: Судебные и нормативные акты <https://sudact.ru/regular/case/QAqSSHcFAGJJ/?page=2&ysclid=mnxkyttuff247228046>

УДК: 614.841

И.Д. Архипов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЪЗУЕМОГО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЛИЦЕНЗИРУЕМОЙ МЧС РОССИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация: Данный материал призван облегчить процесс лицензирования как для регулирующих органов, так и для соискателей лицензий. В статье представлен минимальный список наименований оборудования, требуемого для получения лицензии МЧС России. Для каждого наименования оборудования определены соответствующие государственные стандарты (ГОСТ), пределы измерений приборов и их классы точности.

Ключевые слова: лицензирование, минимальный перечень, лицензирование, ГОСТ, пожарная безопасность.

I.D. Arkhipov

IMPROVING THE LIST OF EQUIPMENT FOR CARRYING OUT A LICENSED ACTIVITY IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Abstracts: This material is intended to facilitate the licensing process for both regulatory bodies and license applicants. The article provides a minimum list of equipment items required for obtaining a license from the Russian Ministry of Emergency Situations. For

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

each equipment item, the corresponding state standards, measurement limits, and accuracy classes are specified.

Keywords: Licensing, minimum list, licensing, national standard, fire safety.

Анализ научных публикаций по теме обеспечения пожарной безопасности объектов показывает, что одним из важнейших элементов этой деятельности является применение пожарной автоматики [1-6]. Для этого требуется использование специального оборудования [7]. При этом важно обозначить измерительный диапазон этого оборудования (таблица).

Таблица. Перечень оборудования, подлежащий лицензированию [7-15]

Измерительный прибор	Измерительный диапазон измерительного прибора	Ссылка на источник	Вид работ по [7]									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ультразвуковой дефектоскоп	от 0,2 до 30 МГц	ГОСТ 55809-13 п.1	✓		✓				✓	✓		
Компрессор поршневой	от 1,0 до 1,8 МПа (При рабочем давлении до 1,2 МПа)	СП 485, п. 6.7.1.39 ГОСТ 59636 п.8.4.4	✓		✓				✓			
	от 1,5 МПа (При рабочем давлении свыше 1,2 МПа)											
Прессовочный насос	от 1,0 до 1,8 МПа (При рабочем давлении до 1,2 МПа)	СП 485, п. 6.7.1.39 ГОСТ 59636 п.8.4.3	✓		✓				✓			
	от 1,5 МПа (При рабочем давлении свыше 1,2 МПа)											
Мультиметр цифровой	от 50 до 1000В	ТР ТС 004/2011, п.1	✓	✓	✓		✓		✓			
Манометр	не менее 1,8 МПа	СП 485, п. 6.7.1.39 ГОСТ 59636	✓						✓			

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Измерительный прибор	Измерительный диапазон измерительного прибора	Ссылка на источник	Вид работ по [7]									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
		п. 8.4.4										
Секундомер	от 50 до 1000 В	ТР ТС 004/2011, п.1	✓		✓	✓						
Штангенциркуль, игольчатый щуп с линейкой	погрешность при толщине покрытия: - до 3 мм — 0,01 мм; - до 20 мм — 0,1 мм; - более 20 мм — 1 мм.	ГОСТ 59637 п. 6.3	✓			✓			✓	✓	✓	
Рулетка, лазерный дальномер и другие средства измерения с данной точностью	- рулетка от 0 до 4000 мм (погрешность не более 1мм), - дальномер не менее 20 м (погрешность не более 1,5 мм)	Приказ МЧС России от 15.12.2025 № 1196, Приложение М, таблица М.1, п. М.2.2.	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
Гигрометр	от 5 % до 100 % от -50 до 50 °С	ГОСТ 59637 п.6.7.3.		✓		✓					✓	
Люксметр	от 1,0 и менее до 20000 и более люкс;	ГОСТ 34428 -2018 Приложение А.4		✓				✓				
Осциллограф	от 10 до 1000 МГц от 9 нс до 500 мс	ГОСТ Р 8.964-2019, таблица 1		✓								
Вихретоковый дефектоскоп	отношение «сигнал-шум» равно 2	ГОСТ 55611-13, п.3.3.29			✓							
Дифференциальный манометр	от 5 до 400 Па	ГОСТ Р 53300-2009, т.2				✓						
Анемометр	от 0,5 до	ГОСТ Р				✓						

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Измерительный прибор	Измерительный диапазон измерительного прибора	Ссылка на источник	Вид работ по [7]									
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	20,0 м/с	53300-2009, т.2										
Термометр	до 400 °С	СП 7.13130, п. 5.11				✓					✓	
Термопара	от 0 до 1300 °С	ГОСТ Р 72475-2025, п. 6.8				✓						
Весы	от 10 до 1000 г	ГОСТ 12.1.044-2018, п. 6.2.18									✓	
Тягонапорометр	от -40 кПа до 40 кПа	ГОСТ 2405-88, Прил.2, п.1.				✓						
Барометр	от 600 до 800 мм рт. ст.	ГОСТ 12.1.044-2018, п. 6.2.18				✓						
Шумомер	от 75 дБа до 120 дБА	СП 3.13130.2009, п.4.1					✓					
Магнитные (ультразвуковые) толщинометры, микрометры	до 15 мм	ГОСТ 59637 п.6.3.									✓	

Таким образом, представленная таблица при её включении в приказ [7] предоставит лицензирующему органу детализировать требования к проверяемым приборам. Это, в свою очередь, позволит повысить прозрачность деятельности лицензирующего органа, так как лицензиат или соискатель лицензии избежит вынужденной покупки нового оборудования или замены имеющегося.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев А.А. [и др.] Анализ результатов контрольной деятельности в области пожарной безопасности в 2023-2024 годах // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «государственный надзор» за 2024 год. Результаты научных мероприятий: три внутриакадемические научно-практические семинары; внутриакадемический круглый стол. Иваново, 2025. С. 52-57. – EDN: BWVYUJ

2. Лазарев А.А. [и др.] Информационное и математическое моделирование в строительстве при разработке строительных изделий для обнаружения пожара в соседнем здании // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. № 11. С. 1770-1778. EDN: GBBWJI

3. Романова О.С. [и др.] О пожарной безопасности населенных пунктов, подверженных угрозе ландшафтных (природных) пожаров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 341-346. – EDN: ODBFRW

4. Якупова Э.Ф. [и др.] О пожарной безопасности деревянных конструкций // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 561-565. EDN: QVITEA

5. Лазарев А.А. [и др.] Вероятностный подход к созданию систем для обнаружения пожара на текстильном предприятии // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2025. № 5 (419). С. 306-312. EDN: YQRYTS

6. Пеньков И.В. [и др.] Результаты испытания технических средств для мониторинга пожарной безопасности дымоходов печей // Современные проблемы гражданской защиты. 2025. № 3 (56). С. 33-39. – EDN: VWFUYO

7. Приказ МЧС России от 31.07.2020 №571 «Об утверждении минимального перечня оборудования, инструментов, технических средств, в том числе средств измерения, для выполнения работ и оказания услуг в области пожарной безопасности при осуществлении деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений»;

8. ГОСТ Р 59636-2021: «Установки пожаротушения автоматические. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность»;

9. ГОСТ Р 59637-2021: «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте»;

10. ГОСТ Р 59638-2021: «Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность»;

11. ГОСТ Р 59639-2021: «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность»;

12. ГОСТ Р 59640-2021: «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Противопожарные занавесы. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность»;

13. ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»;

14. Свод правил 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;

15. Свод правил 485.1311500.2020: «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

УДК 629.7

И.В. Багажков, Д.Ю. Иванова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: В современный период внедрение искусственного интеллекта становится ключевым фактором укрепления безопасности в различных сферах человеческой деятельности, включая сферу защиты от техногенных и природных пожаров. Использование цифровых инноваций позволяет качественнее идентифицировать скрытые риски, обрабатывать колоссальные массивы информации и действовать на опережение, локализуя угрозы еще до момента их неконтролируемого распространения.

Ключевые слова: противопожарная защита, цифровизация, интеллектуальные технологии, машинное обучение.

I.V. Bagazhkov, D.Y. Ivanova

POSSIBILITIES AND PROSPECTS FOR APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN FIRE SAFETY

Abstracts: In today's world, the implementation of artificial intelligence is becoming a key factor in enhancing security in various areas of human activity, including protection against man-made and natural fires. The use of digital innovations enables better identification of hidden risks, the processing of colossal amounts of information, and proactive action, localizing threats before they spread uncontrollably.

Keywords: fire protection, digitalization, intelligent technologies, machine learning.

С целью стимулирования технологического прогресса и проведения передовых исследований в области искусственного интеллекта, а также для создания доступной цифровой инфраструктуры и модернизации образовательных программ, на государственном уровне в России был принят профильный Указ Президента (№ 490 от 10 октября 2019 года). Данный документ утвердил Стратегию развития искусственного интеллекта, рассчитанную до 2030 года. В ней сформулированы ключевые векторы интеграции умных технологий во все стратегически важные отрасли страны, включая обеспечение национальной безопасности и научно-технический суверенитет.

Успешному внедрению подобных систем в РФ способствует прочный фундамент:

- Высокое качество телекоммуникационной инфраструктуры (широкий охват интернет-сети, стабильная мобильная связь актуальных поколений);
- Доступность высокоскоростного беспроводного трафика.

Помимо технической базы, страна обладает мощным кадровым и научным потенциалом для завоевания лидерских позиций в ИТ-индустрии. Фундаментом здесь выступают традиционно сильная физико-математическая школа и высокие компетенции в сфере создания программного обеспечения. Российские учащиеся регулярно побеждают на международных ИТ-олимпиадах, а сама страна стабильно удерживает позиции в топ-10 государств по числу фундаментальных публикаций в точных науках. Дополнительным драйвером выступает активно формирующееся экспертное сообщество специалистов по Data Science.

Практическое применение данных технологий уже демонстрирует реальные результаты. К примеру, в 2023 году спасательные ведомства (МЧС) успешно протестировали интеллектуальные алгоритмы для прогнозирования и предотвращения весенних паводков. В рамках превентивных мер компьютерными системами было сгенерировано и проанализировано свыше 67 тысяч цифровых моделей развития оперативной обстановки.

Если рассматривать прикладное значение умных систем в контексте противопожарной защиты, то главным их достоинством выступает автоматический мониторинг и выявление возгораний на самых ранних стадиях. Интеграция алгоритмов в комплексы видеонаблюдения, оптику беспилотников и различные тепловые датчики позволяет фиксировать появление дыма или открытого огня с максимальной точностью. Опираясь на методы машинного обучения, система замечает даже незначительные отклонения от нормы — например, резкие скачки температуры или изменение химического состава воздуха. Это незаменимо при контроле масштабных промышленных объектов или труднодоступных зон.

Непрерывный анализ поступающих сведений позволяет автоматике мгновенно отправлять сигналы тревоги в диспетчерские службы. Это радикально сокращает время, необходимое для реагирования, и помогает заблокировать огонь в начальном состоянии. В связке с классическими извещателями такая экосистема превращается в круглосуточный и экономически эффективный щит безопасности.

Кроме того, перспективным направлением является гибридизация ИИ с технологиями дополненной реальности (AR). Это позволяет снабжать пожарные расчеты оперативной информацией прямо во время ликвидации ЧС, существенно повышая их защищенность в условиях нулевой видимости. Своевременные подсказки помогают спасателям минимизировать тактические ошибки и действовать максимально эффективно.

Внедрение ИИ-технологий в контур пожарной безопасности выводит защиту объектов и людей на принципиально новый уровень. Ключевыми плюсами выступают скорость обнаружения угроз, минимизация человеческого фактора и возможность прогностического моделирования рисков, что позволяет бороться не с последствиями катастрофы, а предотвращать её появление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 11.10.2019. – № 41. – ст. 5700;
2. Официальный портал «Искусственный интеллект в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.gov.ru>;
3. Официальный портал МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru>

УДК 614.847.9

И. В. Багажков, А. В. Косарева

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ДЫМОУДАЛЕНИЯ И ПОДПОРА ВОЗДУХА: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аннотация: В статье рассматриваются современные тенденции в совершенствовании систем дымоудаления и подпора воздуха, направленные на повышение эффективности и безопасности эвакуации людей при пожаре. Анализируются недостатки традиционных систем, предлагаются решения на основе новых технологий и материалов, а также рассматриваются вопросы интеграции с системами управления зданием и автоматизации процессов.

Ключевые слова: дымоудаление, подпор воздуха, пожарная безопасность, эвакуация, системы управления зданием

I.V. Bagazhkov, A. V. Kosareva

IMPROVEMENT OF SMOKE EXTRACTION AND AIR SUPPLY SYSTEMS: CURRENT TRENDS AND PROSPECTS

Abstracts: The article discusses current trends in the improvement of smoke extraction and air supply systems aimed at improving the efficiency and safety of evacuation in case

of fire. The disadvantages of traditional systems are analyzed, solutions based on new technologies and materials are proposed, and issues of integration with building management systems and process automation are considered.

Keywords: smoke extraction, air supply, fire safety, evacuation, building management systems

Возгорание в здании создаёт критическую опасность для жизни и здоровья находящихся в нём людей. Ключевым условием успешной эвакуации выступает корректная работа систем дымоудаления и подпора воздуха. При этом традиционные решения, несмотря на выполнение базовых задач, нередко демонстрируют существенные ограничения: неоптимальную конфигурацию воздуховодов, высокий уровень энергопотребления и слабую адаптивность к динамике развития пожара. В связи с этим, совершенствование этих систем является актуальной задачей, требующей комплексного подхода и применения современных технологий.

Традиционные системы дымоудаления, как правило, основаны на механической вытяжной вентиляции, которая создает разрежение в защищаемых помещениях и удаляет дым и продукты горения. Тем не менее, применение подобных систем сопряжено с рядом существенных ограничений. Прежде всего, отмечается высокий уровень энергопотребления: функционирование мощных вентиляционных установок влечёт за собой значительные затраты электроэнергии. Кроме того, эффективность дымоудаления нередко оказывается неравномерной. Это обусловлено сложной геометрией помещений и наличием физических препятствий, нарушающих равномерность воздушного потока. Ещё одной проблемой выступает риск формирования отрицательного давления. Чрезмерное разрежение способно спровоцировать повреждения конструктивных элементов здания и осложнить процесс эвакуации людей. Наконец, традиционные системы лишены адаптивности к динамике пожара: они действуют согласно заранее запрограммированному алгоритму, игнорируя изменения интенсивности возгорания и скорости распространения дымовых масс. Аналогичные ограничения характерны и для систем подпора воздуха, задача которых — создание избыточного давления в зонах эвакуации (лестничных клетках, коридорах):

- Низкая результативность при высокой задымлённости. В условиях значительной концентрации дыма в смежных помещениях эффект от подпора воздуха может оказаться недостаточным.
- Потенциальная угроза распространения огня. Ошибки в проектировании системы подпора способны спровоцировать перенос дымовых потоков и пламени в смежные зоны здания.
- Трудности поддержания оптимального давления. Для обеспечения стабильного избыточного давления необходима высокоточная настройка оборудования и его регулярное техническое обслуживание

Рассмотрим несколько пожаров, произошедших в России, которые подтверждают необходимость совершенствования данных систем.

Пожар в торговом центре «Адмирал», произошедший 11 марта 2015 года в Кировском районе Казани. Среди причин возгорания назвали нарушение требований безопасности при кровельных работах, из-за чего загорелись сэндвич-панели и гидроизоляционные материалы на основе битума. Также в здании была неисправна система дымоудаления, что способствовало быстрому распространению дыма и огня. В результате пожара погибло 19 человек, более 70 получили ожоги и травмы.



Пожар в торгово-развлекательном комплексе «Зимняя вишня» в городе Кемерово произошёл в воскресенье 25 марта 2018 года на площади 1600 квадратных метров с последующим обрушением кровли. Среди нарушений, выявленных после пожара, фигурировало отсутствие или неисправность системы дымоудаления. Кроме того, пожарные выходы были заблокированы, а система пожарной сигнализации и системы пожаротушения сработали, но были отключены вручную охранником.



21 февраля 2016 года в Сургуте на улице Университетской в доме № 41 (17-этажный жилой дом), произошло возгорание. Источник пожара находился на седьмом этаже — предположительно, на балконе одной из квартир. Согласно предварительным сведениям, в здании не функционировала система подпора воздуха, критически важная для корректной работы системы дымоудаления. В результате распространения дыма по подъезду погибли три человека: 11-летняя девочка, беременная женщина и мужчина, смерть которых наступила вследствие отравления угарным газом.



Современные тенденции в совершенствовании систем дымоудаления направлены на повышение их эффективности, снижение энергопотребления и адаптацию к изменяющимся условиям пожара. К ним относятся:

- Применение систем дымоудаления с естественной тягой: использование естественной тяги позволяет снизить энергопотребление и повысить надежность системы. с дыма и пламени в безопасные зоны.

- Требовательность к настройке. Поддержание оптимального давления — сложный процесс, требующий постоянного контроля и квалифицированного обслуживания.

- Эффективность систем дымоудаления определяется комплексом конструктивных и технологических решений. Ключевыми факторами выступают:

- Грамотное проектирование и размещение дымовых клапанов и люков. Точное расположение этих элементов критически важно для обеспечения своевременного и эффективного отвода дымовых масс.

- Применение гибких воздуховодов. Благодаря своей пластичности такие воздуховоды позволяют формировать оптимальную конфигурацию системы даже в условиях сложной архитектурной планировки помещений, минимизируя потери воздушного потока.

- Использование высокоэффективных вентиляторов. Оборудование с регулируемой скоростью вращения и энергоэффективными двигателями не только снижает общее энергопотребление, но и даёт возможность гибко подстраивать работу системы под текущие условия.

- Внедрение зонирования в системах дымоудаления. Разделение здания на автономные зоны с индивидуальными системами дымоудаления повышает общую надёжность: при возникновении пожара локализация ограничивается конкретной зоной, что снижает нагрузку на систему и ускоряет эвакуацию. Эффективность таких систем зависит от правильного проектирования и расположения дымовых клапанов и люков;

- Использование гибких воздуховодов: гибкие воздуховоды позволяют создавать более оптимальную конфигурацию системы дымоудаления, адаптированную к сложной геометрии помещений;

- Применение высокоэффективных вентиляторов: использование вентиляторов с регулируемой скоростью и энергоэффективными двигателями позволяет снизить энергопотребление и оптимизировать работу системы;

- Использование систем дымоудаления с зонированием: зонирование позволяет разделить здание на отдельные зоны, каждая из которых оснащена собственной системой дымоудаления. Это позволяет более эффективно удалять дым из конкретных зон и предотвращать его распространение в другие части здания;

- Применение систем дымоудаления с использованием водяных завес: водяные завесы создают барьер, препятствующий распространению дыма и огня.

Совершенствование систем подпора воздуха направлено на повышение их эффективности и безопасности. К ним относятся:

- Применение систем подпора воздуха с регулируемым давлением: регулирование давления позволяет поддерживать оптимальное избыточное давление в лестничных клетках и коридорах, обеспечивая эффективную защиту от дыма;

- Использование систем подпора воздуха с фильтрацией: фильтрация воздуха позволяет удалять из него дым и продукты горения, обеспечивая более чистый воздух для эвакуирующихся людей;

- Применение систем подпора воздуха с датчиками дыма: датчики дыма позволяют автоматически включать систему подпора воздуха при обнаружении дыма в защищаемых помещениях;

- Интеграция с системами пожарной сигнализации: интеграция с системами пожарной сигнализации позволяет автоматически активировать систему подпора воздуха при срабатывании пожарной сигнализации.

Интеграция систем дымоудаления и подпора воздуха с системами управления зданием (BMS) позволяет значительно повысить их эффективность и безопасность. BMS позволяет:

- Централизованное управление: управление всеми системами дымоудаления и подпора воздуха с единого пульта;

- Мониторинг состояния: постоянный мониторинг состояния систем и выявление неисправностей;

- Автоматическое управление: автоматическое управление системами в зависимости от данных, получаемых от датчиков пожарной сигнализации и других систем здания;

- Оптимизация энергопотребления: оптимизация работы систем для снижения энергопотребления.

В статье были рассмотрены современные тенденции в совершенствовании систем дымоудаления и подпора воздуха, направленные на повышение эффективности и безопасности эвакуации людей при пожаре. Совершенствование систем дымоудаления и подпора воздуха является важным направлением в обеспечении пожарной безопасности зданий. Применение современных технологий и материалов, интеграция с системами управления зданием и автоматизация процессов позволяют значительно повысить эффективность и безопасность этих систем. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут направлены на создание более интеллектуальных и адаптивных систем, способных эффективно реагировать на изменяющиеся условия пожара и обеспечивать безопасную эвакуацию людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
2. <https://sitv.ru/arhiv/news/social/88084/>.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_торговом_центре_«Адмирал».
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_торговом_центре_«Зимняя_вишня».

УДК 629.7

И.В. Багажков, Е.М. Кузнецов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: В статье рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов в системе обеспечения пожарной безопасности. В работе проведён анализ функциональных возможностей современных БПЛА, а также примеры их применения.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, система обеспечения пожарной безопасности, пожарная безопасность.

I.V. Bagazhkov, E.M. Kuznetsov

UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE FIRE SAFETY SYSTEM

Abstracts: The article discusses the use of unmanned aerial vehicles in the fire safety system. The paper analyzes the functionality of modern UAVs and provides examples of their application.

Keywords: unmanned aerial vehicle, fire safety system, fire safety.

Борьба с пожарами — одна из древнейших задач человечества, требующая не только мужества, но и изобретательности на протяжении веков. От примитивных ведер с водой до современных пожарных машин и самолетов — технологии всегда играли ключевую роль в спасении жизней и имущества. Однако в 21 веке на арену борьбы с пожарами вышли новые герои: беспилотные летательные аппараты, или дроны-невидимки. Эти высокотехнологичные устройства радикально меняют подход к тушению пожаров, делая его более безопасным, быстрым и эффективным.

История пожаротушения насчитывает тысячи лет: от первых организованных бригад в Древнем Риме до появления паровых насосов в 19 веке. В 20 веке прогресс ускорился с появлением пожарных машин, самолетов и специализированного оборудования. Но даже с учетом этих достижений пожаротушение оставалось чрезвычайно опасным и ресурсоемким. Сегодня, благодаря технологическому прогрессу, беспилотники становятся незаменимыми инструментами для пожарных, не только снижая риски для людей, но и предотвращать катастрофы на ранних стадиях.

Пожарные дроны революционизируют методы управления и тушения пожаров, предлагая новые возможности, которые повышают безопасность, эффективность и результативность.

Рассмотрим технологий, применяемые в БПЛА, которые способны поменять борьбу с огнем:

1. Воздушная разведка и оперативная оценка ситуации:

- Данные в режиме реального времени: Беспилотные летательные аппараты, оснащенные камерами высокого разрешения и тепловизорами, предоставляют самую свежую информацию о пожаре, помогая пожарным оценить масштабы пожара, выявить очаги возгорания и отслеживать динамику возгорания;

- Картографирование и планирование: Беспилотники создают подробные карты пораженного района, что позволяет командирам более эффективно планировать стратегии подавления и распределять ресурсы.

2. Доступ к труднодоступным районам:

- Удаленные районы: дроны могут достигать труднодоступных или опасных для пожарных мест, таких как крутые склоны, густые леса или разрушенные здания;

- Городская среда: При городских пожарах дроны могут проникать в труднодоступные места и осматривать высотные здания, помогая пожарным находить безопасные точки входа и оценивать целостность конструкций.

3. Тепловизоры и обнаружение очагов:

- Инфракрасные камеры: Дроны с тепловизорами могут обнаруживать источники тепла даже сквозь дым, что позволяет пожарным находить скрытые очаги и предотвращать повторное возгорание;

- Работа в темноте: Тепловизоры позволяют дронам эффективно работать ночью или в условиях плохой видимости, предоставляя критически важную информацию.

4. Поддержка тушения:

- Доставка грузов: Некоторые дроны способны переносить и сбрасывать огнетушащие вещества, воду или пену, обеспечивая начальные меры по тушению до прибытия наземных команд;

- Точечные сбросы: Дроны могут доставлять огнетушащие вещества с высокой точностью, замедляя распространение огня или защищая конкретные объекты.

5. Поиск и спасение:

- Обнаружение пострадавших: Дроны быстро сканируют большие территории, чтобы находить людей, оказавшихся в ловушке, что особенно важно в условиях городских пожаров или лесных пожаров;

- Коммуникация: Дроны с динамиками или световыми сигналами могут направлять пострадавших к безопасности или передавать инструкции во время эвакуации.

6. Снижение рисков для пожарных:

- Удаленный мониторинг: Использование дронов для разведки и наблюдения позволяет пожарным избегать опасных условий, таких как экстремальная жара, токсичный дым или нестабильные конструкции;

- Раннее обнаружение: Дроны могут выявлять пожары на ранних стадиях, что ускоряет время реагирования и предотвращает разрастание небольших возгораний.

7. Экологический мониторинг:

- Датчики качества воздуха: Дроны измеряют уровень загрязнения воздуха и обнаруживают опасные газы, помогая пожарным избегать опасных зон и защищать население;

- Оценка последствий: После пожара дроны могут анализировать ущерб, отслеживать восстановление экосистемы и выявлять зоны риска, такие как оползни.

8. Интеграция с другими технологиями:

- ИИ и машинное обучение: Алгоритмы анализируют данные с дронов, чтобы прогнозировать распространение огня, оптимизировать использование ресурсов и улучшать принятие решений;

- Коммуникационные сети: Дроны могут служить временными ретрансляторами связи в зонах с поврежденной инфраструктурой, обеспечивая координацию между командами.

9. Экономическая эффективность:

- Снижение затрат: Дроны выполняют задачи, которые обычно требуют вертолетов или наземных команд, что сокращает расходы и минимизирует использование тяжелой техники;

- Масштабируемость: Дроны можно задействовать в больших количествах для охвата обширных территорий, что делает их универсальным решением для любых инцидентов.

10. Будущие инновации:

- Автономные операции: В будущем дроны смогут работать автономно, используя ИИ для навигации, обнаружения пожаров и выполнения задач без участия человека;

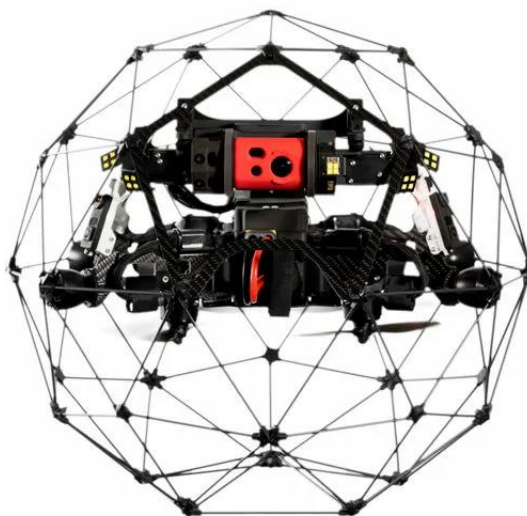
- Технология роя: Группы дронов смогут совместно тушить крупные пожары, обеспечивая скоординированную разведку, тушение и спасение.

Дроны уже доказали свою эффективность в самых разных сценариях. Они используются не только для мониторинга и тушения лесных пожаров, но и для обеспечения безопасности на промышленных объектах, в жилых районах и даже на морских платформах.

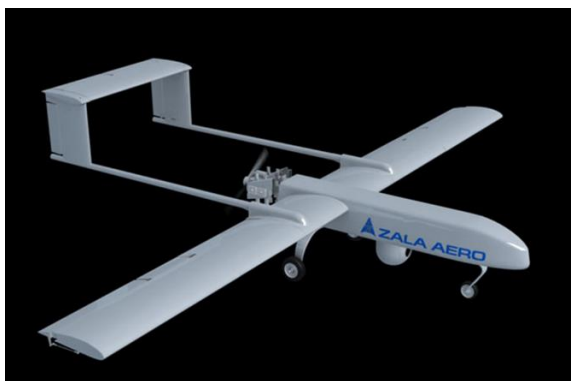
Австралия, 2020 год: во время масштабных лесных пожаров дроны DJI Phantom 4 RTK использовались для мониторинга и составления карт горящих территорий. Это помогло спасти несколько заповедников и населенных пунктов.



Япония, 2021 год: на химическом заводе в Осаке дроны Flyability Elios 2 обследовали поврежденные участки после взрыва. Они помогли оценить масштабы разрушений и предотвратить повторное возгорание.



Россия, 2023 год: в Сибири дроны ZALA Aero применялись для обнаружения очагов возгорания в труднодоступных районах. Они передавали данные в режиме реального времени, что позволило оперативно направлять пожарные бригады.



Германия, 2023 год: в многоквартирном жилом доме дроны Parrot Anafi USA помогли локализовать пожар. Они передавали изображения в реальном времени, что позволило пожарным быстро эвакуировать людей и минимизировать ущерб.



Интеграция беспилотных летательных аппаратов в практику пожаротушения знаменует собой фундаментальный сдвиг в борьбе с огненной стихией. Традиционные методы, веками требовавшие от пожарных максимального риска, сегодня переосмысляются благодаря синергии робототехники, тепловизионного зрения и искусственного интеллекта. Таким образом, пожарные дроны перестали быть просто футуристическим концептом. Сегодня это незаменимый цифровой щит, который делает работу пожарных команд точнее, быстрее и, главное, безопаснее. Дальнейшее развитие этой отрасли и автоматизация целых роев БПЛА станут ключевым вектором в эволюции систем общественной безопасности XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 10 мая 2023 г. № 447 “Об утверждении норм обеспечения беспилотными авиационными системами территориальных органов МЧС России и спасательных воинских формирований МЧС России”.
2. <https://вдпо.пф/blog/post/top-10-innovatsionnykh-ustroystv-dlya-pozharnoy-bezopasnosti-v-2025-godu?ysclid=mp83vpyttt734826005>.
3. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.a01eb6b1-6a0824ba-27f7bee7-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Drones_in_wildfire_management.
4. <https://вдпо.пф/blog/post/pozharnye-drony-kak-tekhnologii-menyayut-borbu-s-ognem?ysclid=mp7zgd70xd342842295>.

УДК 004.8+614.8

Барышников Р.Е., Шмелева Ю.В. Искусственный интеллект и пожарная безопасность: баланс между технологическим прогрессом и человеческими ценностями

Р.Е. Барышников, Ю.В. Шмелева

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: БАЛАНС МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОГРЕССОМ И ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ ЦЕННОСТЯМИ

Аннотация: В статье анализируются противоречия, которые возникают при внедрении систем искусственного интеллекта в сферу пожарной безопасности. Рассматриваются технологические преимущества ИИ, этическое и социальное развитие этого прогресса. Акцентируется внимание на необходимости поиска баланса между эффективностью ИИ и сохранением ключевых человеческих ценностей: права на ошибку, приватности, эмпатии и моральной ответственности оператора.

Ключевые слова: искусственный интеллект, пожарная безопасность, технологический прогресс, человеческие ценности, прогнозирование пожаров.

R.E. Baryshnikov, Yu.V. Shmeleva

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FIRE SAFETY: BALANCING BETWEEN TECHNOLOGICAL PROGRESS AND HUMAN VALUES

Abstracts: The article analyzes the contradictions that arise when introducing artificial intelligence systems in the field of fire safety. It examines the technological advantages of AI, as well as the ethical and social implications of this progress. The article emphasizes the need to strike a balance between the effectiveness of AI and the preservation of key human values, such as the right to make mistakes, privacy, empathy, and the moral responsibility of the operator.

Keywords: artificial intelligence, fire safety, technological progress, human values, fire forecasting.

Средства пожаротушения зданий, включающие автоматическую пожарную сигнализацию, спринклерные системы и пожарные гидранты, являются обязательным элементом обеспечения безопасности и эвакуации людей. Однако с внедрением искусственного интеллекта (ИИ) в пожарных службах возникает вопрос: важна ли зона человеческой ответственности?

Согласно исследованию Center for Public Safety Excellence, ИИ уже применяется для оценки рисков на основе исторических данных, погоды и планировки зданий, а также для предварительного планирования инцидентов ещё до начала происшествий. Платформы с ИИ моделируют сложные сценарии пожаров без физического риска для пожарных, а инструменты, как например, ChatGPT помогают составлять отчёты и план действий. Эти достижения важны и необходимы для действия в чрезвычайных ситуациях [1].

В одном из журналов Firehouse совсем недавно вышла статья, в которой начальник пожарной службы Роб Уайли говорит о формировании так называемой зависимости от ИИ. Он четко выделил реальные преимущества:

- ИИ обнаруживает пожары быстрее традиционных сигнализаций, отличает ложные срабатывания от реальных угроз и автоматически запускает системы тушения;
- прогнозирование на основе данных позволяет заранее устранить источники происшествий;
- «умные» средства индивидуальной защиты отслеживают ЧСС, уровень кислорода в крови и токсичные газы, тем самым предупреждают о состоянии пожарных;
- беспилотные летательные аппараты и роботы с тепловизорами тушат огонь там, где человеку находиться смертельно опасно [2].

В Подмосковье на данный момент существует одна из самых современных систем видеомониторинга лесных пожаров, в состав которой входит 147 камер на вышках сотовой связи, вращающихся на 360 градусов и видящих дым за 25 километров [3]. Она способна распознавать белый дым на начальной стадии возгорания, благодаря чему до половины всех пожаров в регионе обнаруживается именно камерами, а среднее время реагирования составляет 48 минут.

Однако есть и обратная сторона: ежегодно камеры фиксируют около 5 миллионов срабатываний, из которых реальными пожарами оказываются лишь около 1200. Такие ложные срабатывания возникают из-за тумана, облачности, заводских выбросов и даже пыли [4].

Инженерам Московского авиационного института удалось создать нейросетевую систему для беспилотников, которая распознаёт дым с точностью 95,1 %, отличая его от пара. Она передаёт координаты возгорания в МЧС России за 5–7 секунд. В отличие от инфракрасных систем, которые видят уже развившийся огонь, эта система позволяет обнаружить пожар на самой ранней стадии – по дыму.

Также для защиты от ложных срабатываний используется трехуровневый модуль, включающий в себя 3 анализа:

1. Временной анализ (несколько последовательных кадров);
2. Контекстный анализ (игнорирование объектов в небе);
3. Планируемая перекрёстная проверка второй нейросетью [5].

Но может ли машина принимать решения, от которых зависит жизнь человека? Как поймать баланс между технологическим прогрессом и человеческими ценностями?

Российский учёный в области нейронауки, психолингвистики и теории сознания, директор Института когнитивных исследований Санкт-Петербургского государственного университета Черниговская Т. В. обращает большое внимание на взаимосвязь и различия между искусственным интеллектом и природой человеческого разума. В своем выступлении на пленарном заседании Зимней школы педагогического мастерства ПРОобразование (2022 г.) она отвечает на самый актуальный вопрос дискуссионной площадки: как учиться человеку в XXI веке [6]. По ее мнению, мозг человека – это гибкая система, которая может развиваться только при активном использовании.

На вопрос, может ли искусственный интеллект заменить при обучении интеллект человека, Черниговская Т.В. отвечает, что нет, не может: ИИ работает только по заданным правилам, а человеческий мозг способен придумывать новое, создавать уникальные идеи и воплощать их в реальность. Если люди станут сильно надеяться на интернет и ИИ, то может возникнуть серьезная проблема: начнет уходить живое общение между людьми, а это общение нельзя заменить никакими имитациями.

По мнению Черниговской Т.В., перед современной наукой стоят следующие задачи: такие как научить жить людей в цифровом мире так, чтобы они не теряли своей человечности. Научить быстро адаптироваться к стрессу. Также изменить подход к образованию: важно материал не просто запоминать, а понимать его.

Несмотря на все технологии и возможности ИИ, эксперты пришли к одному мнению, которое заключается в том, что окончательное решение при тушении пожара и эвакуации людей должно оставаться только за человеком.

Никто кроме человека не может оценить реальный риск. Более того неточность многих моделей машинного обучения – это проблема, которая может привести к глобальным ошибкам, которые будут стоить человеческой жизни [7]. Мнение, опыт специалистов безусловно должны быть в приоритете над ИИ. Отсутствие этого может привести к трагедиям и стать возможным источником риска [8].

При применении ИИ в области пожарной безопасности необходимо соблюдать грамотный баланс между технологиями и человеческими ценностями. ИИ должен быть помощником, а не заменять человека. Его основная задача обрабатывать, автоматизировать данные, освобождая людей и позволяя им сосредоточиться на более важных делах.

Человеческий фактор остаётся приоритетным, особенно в экстремальных условиях (экстремальные температуры, задымление), там, где человек незаменим (например, одна из распространённых причин пожара – это человеческий фактор, именно поэтому профилактика и обучение правилам пожарной безопасности остается крайне важным).

Можно сделать вывод, что технологический прогресс и человеческие ценности очень тесно связаны между собой, и эта связь достигается путем внедрения ИИ в существующие системы с учётом человеческого опыта. Именно это и позволяет повысить эффективность предотвращения пожаров и время на реагирования, минимизируя риски для жизни и имущества.

Технологический прогресс без человеческих ценностей невозможен. Он может превратиться в реальные проблемы и риски, которые предстоит решать не инженерам и ученым, а обществу и человеку.

При использовании технологий мы не должны забывать об ответственности об окружающей мире. Как говорил Иммануил Кант: «Две вещи наполняют душу всегда новым и всё более сильным удивлением и благоговением, чем чаще и продолжительнее мы размышляем о них, – это звёздное небо надо мной и моральный закон во мне».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Englert, M., Siebert, S., Ziegler, M. Logical Limitations to Machine Ethics with Consequences to Lethal Autonomous Weapons. arXiv, 2014. <https://arxiv.org/html/1411.2842>
2. Джеймс Вудс раскритиковал начальника пожарной охраны URL: <https://www.dailymail.com/news/article-14265559/James-Woods-rips-LA-Fire-Chief-Kristin-Crowley-DEI.html>
3. . В России разработали ИИ-беспилотники для раннего обнаружения пожаров. АЕХ.RU, 2025. <https://www.aex.ru/news/2025/12/26/291193/>
4. Умные камеры vs природа: насколько эффективен ИИ в борьбе с лесными пожарами в Подмосковье. RuNews24, 2026. <https://runews24.ru/podmoskovie/15/04/2026/umnyie-kameryi-vs-priroda-naskolko-effektivn-ii-v-borbe-s-lesnymi-pozharami-v>

podmoskove

5. В МАИ создали эффективную систему пожаротушения URL: [https://csn-tv.ru/posts/id156861-v-mai-sozdali-effektivnuyu-sistemu-pozharo tusheniya](https://csn-tv.ru/posts/id156861-v-mai-sozdali-effektivnuyu-sistemu-pozharo-tusheniya)

6 <https://ya.ru/video/preview/6904194723329531547>

7 ИИ в пожаротушении. Мощный союзник или рискованный костыль? <https://www.ctif.org/ru/news/ii-v-pozharotushenii-moschnyy-soyuznik-ili-riskovannyi-kostyl>

8 Искусственный интеллект и пожарная безопасность. <https://voenvestnik.ru/4es924.html>

УДК 614.843.27

В.В. Беляев, В.В. Жучков

Академия государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАЛОРАСХОДНЫХ ПОЖАРНЫХ КРАНОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В НОРМАТИВНО ПРАВОВЫХ АКТАХ

Аннотация: совершенствование параметров малорасходных пожарных кранов (Далее - ПК-м) для тушения пожаров на ранней стадии — актуальное направление. Анализ нормативно-правовых актов выявил пробелы в параметрах таких устройств. На основе изучения конструкции ПК-м предложены направления улучшения их характеристик.

Ключевые слова: малорасходный пожарный кран, внутренний противопожарный водопровод, гидравлические параметры, расход воды, давление, пожарный ствол, нормативная база.

V.V. Belyaev, V.V. Zhuchkov

IMPROVEMENT OF LOW-DISCHARGE FIRE FIGHTING CRANES AND THEIR APPLICATION IN REGULATORY LEGAL ACTS

Abstracts: improving the parameters of low-discharge fire cranes (hereinafter referred to as PK-m) for extinguishing fires at an early stage is an urgent area. The analysis of regulatory legal acts revealed gaps in the parameters of such devices. Based on the study of the PC-m design, directions for improving their characteristics are proposed.

Keywords: low-drain fire crane, internal fire water supply, hydraulic parameters, water flow, pressure, fire shaft, regulatory framework.

Современная система обеспечения пожарной безопасности объектов защиты требует постоянного совершенствования технических средств, предна-

значенных для тушения пожаров на ранней стадии их развития. Особое значение приобретает возможность оперативного реагирования силами персонала объекта защиты до прибытия подразделений пожарной охраны, поскольку именно в первые минуты возгорания существует наибольшая вероятность его локализации с последующей ликвидацией с минимальным материальным ущербом и риском причинения вреда жизни и здоровью гражданам [1].

В системе внутреннего противопожарного водопровода (далее - ВПВ) ключевую роль играют пожарные краны, которые согласно [2] подразделяются на среднерасходные (далее - ПК-с) с расходом свыше 1,5 л/с и малорасходные с расходом от 0,2 до 1,5 л/с включительно [2]. Введение такой классификации связано с различными особенностями объектов защиты и условий применения пожарных кранов, что отражено в четырех вариантах конструктивного оформления ВПВ, представленных в приложении А [2].

ПК-м представляют собой специализированные устройства, отличающиеся от традиционных ПК-с не только меньшим расходом воды, но и принципиально иной компоновкой, как представлено на рис. 1. Вместе с тем, существует существенное противоречие: в то время как ПК-м включены в свод правил [2] в качестве отдельного типа оборудования, отсутствует детальное выделение параметров, что приводит к определенной проблеме – упоминание оборудования в нормах не подкреплено четкими критериями для его выбора и проведения гидравлических расчетов.



Рис. 1. Малорасходный пожарный кран (внешний вид)

Целью настоящей статьи является анализ действующего законодательства в области применения ПК-м и определение направлений совершенствования их основных гидравлических параметров на основе изучения конструктивных особенностей и требований современных нормативно-правовых актов.

Введение в действие СП 10.13130.2020 ознаменовало новый этап в развитии нормативной базы внутреннего противопожарного водоснабжения [3]. В отличие от предшествующих нормативно-правовых актов, новый свод правил впервые ввел четкую классификацию пожарных кранов по величине расхода диктующего пожарного крана [3].

Анализ распределения защищаемых объектов по вариантам ВПВ, приведенного в приложении А [2], показывает, что ПК-м рекомендуются для жилых, общественных и административных зданий, оборудованных автоматическими установками пожаротушения (вариант 3), а также для зданий высотой свыше 50 м в сочетании с сухотрубами (вариант 2) [2]. Кроме того, вариант 4 предусматривает дублирование среднерасходных кранов малорасходными в зданиях с массовым пребыванием людей и многофункциональных зданиях высотой свыше 50 м.

Анализ содержания СП 10.13130.2020 выявляет определенные терминологические и содержательные проблемы. Как отмечается в электронных ресурсах на исследуемую тему, необходимость корректировки свода правил обусловлена, в частности, использованием новых терминов вместо исторически сложившихся и применяемых в других нормативных документах [4].

При размещении ПК-м следует принять во внимание п. 6.2.2 [2], который носит разрешительный, но не регламентирующий характер. В нем указывается, в зданиях функциональной пожарной опасности Ф1.1 - Ф1.2, Ф2 - Ф5 при расчетном количестве ПК не менее трех, а в зданиях функциональной пожарной опасности Ф1.3 - не менее двух с коридорами длиной более 10 м, на стояках или опусках допускается устанавливать спаренные ПК-м. Данный пункт закрепляет, что количество ПК-м для расчета расхода принимается для зданий функциональной пожарной опасности Ф1 - Ф 4.3 и книгохранилищ и архивов (Ф5.2) - по таблице 7.1 [2], однако в указанной таблице даны четкие критерии минимального расхода диктующего ПК-с в зависимости от классов функциональной пожарной опасности и отсутствует примечание о суммировании количества расхода ПК-м до расхода ПК-с (2,5 л/с) или же допускается замена ПК-с на ПК-м без дополнительных критериев.

Пункт 10.3. [2] устанавливает, что для объектов защиты, оборудованных автоматическими установками пожаротушения, кроме производственных и складских зданий, должны применяться ПК-м. Для зданий высотой свыше 50 м ПК-м должны применяться совместно с сухотрубом. Однако приложение А [2] носит рекомендательный характер, а не требовательный. При учетывании совокупности данных пунктов, возникает вопрос о правоприменении и необходимости применения рассматриваемых пожарных кранов, при возможности наличия ПК-с.

Таким образом, констатируем противоречие: наличие в своде правил упоминания ПК-м как отдельного типа оборудования не подкреплено их четким применением на объекте защиты, что создает проблему при проектирова-

нии и эксплуатации таких систем.

Малорасходный пожарный кран представляет собой совокупность технических средств, как представлено на рис. 2 [5].

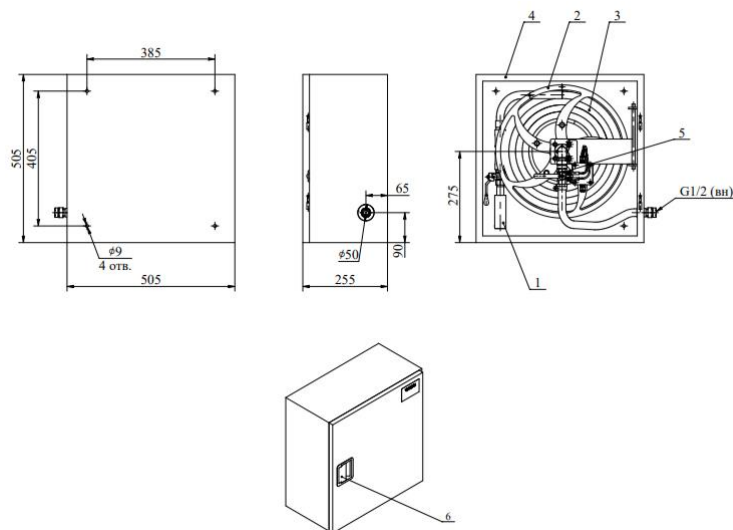


Рис. 2. Пожарный кран малорасходный «Роса-6»:

1 – ручной ствол; 2 – поворотный барабан; 3 – полужесткий рукав;
4 – шкаф; 5 – запорный кран; 6 – евроручка

Однако, как показывает анализ существующих данных по гидравлическим параметрам ПК-м, они требуют корректировки и экспериментального исследования. В частности, отсутствуют систематизированные данные о зависимости давления от расхода при различных диаметрах выходных отверстий стволов и длинах рукавов, аналогичные таблице 7.3 [2] для ПК-с.

Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования гидравлических параметров ПК-м является оптимизация геометрии проточной части ручного пожарного ствола. Как показывают исследования гидравлического сопротивления в пожарной технике, местные потери напора в элементах с резким изменением геометрии потока могут составлять значительную долю общих потерь [8].

Применительно к ручным стволам ПК-м целесообразно рассмотреть следующие направления оптимизации:

- оптимизация угла конусности выходного отверстия;
- совершенствование конструкции регулирующих элементов для минимизации потерь при сохранении функциональности.

Полужесткие напорные пожарные рукава, применяемые в составе ПК-м, должны соответствовать требованиям ГОСТ 9923-2021. В соответствии с пунктом 6.3 стандарта, каркас рукава и материалы, применяемые при его изготовлении, должны соответствовать нормативной документации на них [6].

Направлениями совершенствования в этой области являются:

применение современных полимерных материалов с пониженным коэффициентом гидравлического трения;

оптимизация конструкции рукава для снижения потерь давления по длине;

совершенствование узлов соединения рукава с рукавной катушкой и ручным стволом.

Представляется целесообразным проведение экспериментальных исследований для обоснования рациональных сочетаний расхода и давления для различных типов объектов защиты. При этом необходимо учитывать ограничение по реактивной силе струи, которая для ПК-м должна быть не более 100 Н [2].

Рабочее давление в ВПВ, оборудованном ПК-м, может превышать 0,6 МПа и должно соответствовать технической документации изготовителя [2]. Это открывает возможности для применения насосного оборудования с более высокими напорными характеристиками, что может быть востребовано в высотных зданиях.

Отсутствие в действующей нормативной базе утвержденной методики гидравлического расчета сетей ВПВ, оборудованных ПК-м, является существенным препятствием для их широкого внедрения.

При разработке такой методики необходимо учитывать:

- 1) потери давления в полужестких рукавах различной длины и диаметра;
- 2) местные потери в рукавной катушке и узлах соединения;
- 3) характеристики ручных стволов (коэффициенты расхода);
- 4) взаимное влияние последовательно расположенных элементов.

Целесообразно создание таблиц и номограмм, аналогичных таблице 7.3 [2] для ПК-с, но адаптированных для диапазона расходов 0,2–1,5 л/с и соответствующих диаметров условного прохода.

Основными направлениями совершенствования гидравлических параметров ПК-м являются:

1. Оптимизация геометрии проточной части ручных стволов для снижения гидравлических потерь и обеспечения требуемых параметров распыления;
2. Совершенствование конструкции рукавных катушек и полужестких рукавов с применением современных материалов;
3. Экспериментальное обоснование рациональных сочетаний расхода и давления для различных типов объектов защиты;

Необходимо проведение комплексных экспериментальных исследований для получения достоверных данных о гидравлических характеристиках ПК-м с различными типами комплектующих. Результаты таких исследований должны стать основой для дополнения и уточнения действующей нормативной базы, что позволит повысить эффективность применения ПК-м для тушения пожаров на ранней стадии силами персонала объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бубнов В.Б. Расходы воды на внутреннее пожаротушение для жилых и общественных зданий // Портал пожарной и промышленной безопасности. – 2025. URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/863> (дата обращения: 17.02.2026 года).
2. СП 10.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования. URL: <https://air-43.ru/assets/mgr/normativ/sp10131302020.pdf> (дата обращения 18.02.2026 года).
3. Бубнов В.Б. Как классифицируются пожарные краны в соответствии с изменениями СП 10.13130 // Портал пожарной и промышленной безопасности. – 2023. URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/295> (дата обращения: 17.02.2026).
4. Электронный ресурс: URL: <https://www.vstnews.ru/ru/archives-all/2022/2022-01/8478-опыт-применениya> (дата обращения: 17.02.2026 года).
5. Электронный ресурс: URL: <https://intersprinkler.ru/assets/files/ant/ant2/fcv/pozharnyj-kran-malorashodnyj-rosa-6.re.pdf> (дата обращения: 18.02.2026 года).
6. ГОСТ Р 58540-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные полужесткие. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293727/4293727017.pdf> (дата обращения 18.02.2026 года).
7. ГОСТ 9923-2021 «Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний». URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/777/77793.pdf> (дата обращения: 18.02.2026 года).
8. ГОСТ Р 53279-2009. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/48065/> (дата обращения: 18.02.2026 года).

УДК 614.849

А.В. Беспалов, А.В. Фомин

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

**ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ПРИМЕНЕНИЮ
ОБЛИЦОВОЧНЫХ И ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ**

Аннотация: Объекты культурного наследия представляют собой уникальные здания и сооружения, обладающие исторической, архитектурной и культурной ценностью. В отличие от современных зданий, где проектные решения изначально учитывают требования безопасности, исторические объекты часто не соответствуют действующим нормативам. Их эксплуатация сопровождается особыми требованиями,

связанными с сохранением аутентичности конструкций и элементов декора. Одной из наиболее сложных задач является обеспечение пожарной безопасности, в частности организация безопасной эвакуации людей. Эвакуационные пути и выходы являются критическим элементом системы обеспечения пожарной безопасности. Их несоответствие современным нормам в исторических зданиях создает реальную угрозу. В данной работе рассматриваются особенности нормативных требований пожарной безопасности к облицовочным и декоративно-отделочным материалам, применяемым на путях эвакуации (стены, потолки, покрытия полов) в зданиях и сооружениях, отнесенных к объектам культурного наследия народов Российской Федерации.

Ключевые слова: пожарная безопасность, объекты культурного наследия, технический регламент, эвакуационные пути, облицовочные материалы, декоративно-отделочные материалы, требования пожарной безопасности.

A. V. Bespalov, A. V. Fomin

FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR THE USE OF CLADDING AND DECORATIVE MATERIALS FOR EVACUATION ROUTES AT CULTURAL HERITAGE SITES

Abstracts: Cultural heritage sites are unique buildings and structures with historical, architectural and cultural value. Unlike modern buildings, where design decisions initially take into account safety requirements, historical sites often do not comply with current regulations. Their operation is accompanied by special requirements related to the preservation of the authenticity of structures and decorative elements. One of the most difficult tasks is to ensure fire safety, in particular, the organization of safe evacuation of people. Escape routes and exits are a critical element of the fire safety system. Their non-compliance with modern standards in historical buildings poses a real threat. This paper examines the specifics of the regulatory fire safety requirements for cladding and decorative finishing materials used on escape routes (walls, ceilings, floor coverings) in buildings and structures classified as cultural heritage sites of the peoples of the Russian Federation.

Keywords: fire safety, cultural heritage sites, technical regulations, evacuation routes, cladding materials, decorative and finishing materials, fire safety requirements.

Объекты культурно наследия (далее – ОКН) представляют собой уникальные здания и сооружения, обладающие исторической, архитектурной и культурной ценностью. В отличие от современных зданий, где проектные решения изначально учитывают требования безопасности, исторические объекты часто не соответствуют действующим нормативам. Их эксплуатация сопровождается особыми требованиями, связанными с сохранением аутентичности конструкций и элементов декора. Одной из наиболее сложных задач является обеспечение пожарной безопасности, в частности организация безопасной эвакуации людей. Эвакуационные пути и выходы являются критическим

элементом системы обеспечения пожарной безопасности. Их несоответствие современным нормам в исторических зданиях создает реальную угрозу.

Главной особенностью таких объектов является необходимость сохранения их исторического облика. Это накладывает ограничения на: перепланировку помещений; расширение эвакуационных выходов; замену конструкций; применение современных строительных материалов. Во многих случаях невозможно привести объект в полное соответствие современным требованиям без ущерба для его исторической ценности. Согласно Федеральному закону от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации» любые работы по приспособлению или реконструкции ОКН не должны нарушать предмет охраны [1].

Особую актуальность проблема приобретает в условиях массового посещения таких объектов (музеи, театры, религиозные здания), где при возникновении пожара требуется оперативная и безопасная эвакуация большого количества людей. Эвакуационные пути должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей и являются критическим элементом системы обеспечения пожарной безопасности. Большинство ОКН построено до введения современных норм и содержит исторические материалы (деревянные панели, гипсовая лепнина, масляные росписи, наборный паркет), которые по современным показателям часто соответствуют показателям пожарной опасности Г2–Г4, В3, Д3. Их несоответствие современным нормам в исторических зданиях создает реальную угрозу. Актуальность темы подтверждается и статистикой МЧС России, где ежегодно на ОКН фиксируются десятки пожаров, где вопросы связанные с безопасной эвакуацией становятся одной из главных причин материального ущерба и человеческих жертв [2].

В настоящее время требования пожарной безопасности к ОКН, подлежащие выполнению, в том числе и на стадии их эксплуатации, установлены Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее – Технический регламент) [3], принятым в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», а также нормативными документами по пожарной безопасности (к нормативным документам по пожарной безопасности относятся национальные стандарты, своды правил, а также иные содержащие требования пожарной безопасности документы, которые включены в Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента, утвержденный Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии [4].

Требования пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам установлены статьей 89 Технического регламента, при этом в развитие положений указанной статьи разработан свод правил СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (далее - СП 1.13130.2020), который устанавливает общие требования

пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам. Так, например в 4.2.18 прямо указано, что в памятниках архитектуры допускается сохранение геометрических параметров путей эвакуации с размерами менее нормативных (но не менее 1,5 м) [5].

Для объектов религиозного назначения, многие из которых являются ОКН, действует СП 388.1311500.2018 «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности» (далее – СП 388.1311500.2018). Этот свод имеет приоритет при расхождении с другими нормативными документами (п. 4.5) [6].

Согласно СП 388.1311500.2018 (для религиозных ОКН, применимо по аналогии) допускается сохранение существующих конструкций при условии огнезащитной обработки древесины составами I группы эффективности (ГОСТ Р 53292-2009) и обеспечения пределов огнестойкости металлических элементов [6]. Для перекрытий с исторической штукатуркой и лепниной разрешается применение деревянных конструкций при заполнении полостей негорючими материалами.

Требования пожарной безопасности к применению строительных материалов в зданиях и сооружениях установлены статьей 134 Технического регламента, в том числе частью 3 указанной статьи установлено, что «техническая документация на строительные материалы должна содержать информацию о показателях пожарной опасности этих материалов, приведенных в таблице 27 приложения к настоящему Федеральному закону, а также о мерах пожарной безопасности при обращении с ними».

Также в соответствии со статьей 16 Федерального закона № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» Правительством Российской Федерации утверждены Правила противопожарного режима в Российской Федерации, (далее – ППР в РФ), обязательные к выполнению для всех [7, 8].

Согласно п. 25 ППР в РФ в случае установления требований пожарной безопасности к строительным конструкциям по пределам огнестойкости, классу конструктивной пожарной опасности и заполнению проемов в них, к отделке внешних поверхностей наружных стен и фасадных систем, применению облицовочных и декоративно-отделочных материалов для стен, потолков и покрытия полов путей эвакуации, а также зальных помещений на объекте защиты должна храниться документация, подтверждающая пределы огнестойкости, класс пожарной опасности и показатели пожарной опасности примененных строительных конструкций, заполнений проемов в них, изделий и материалов [8].

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Таблица 28. Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации в зависимости класса функциональной пожарной опасности, этажности и высоты здания

Класс функциональной пожарной опасности здания	Этажность и высота здания	Показатели пожарной опасности, не более указанных			
		для стен и потолков		для покрытия полов	
		Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе	Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе
Ф1.2; Ф1.3; Ф2.3; Ф2.4; Ф3.1; Ф3.2; Ф3.6; Ф4.2; Ф4.3; Ф4.4; Ф5.1; Ф5.2; Ф5.3	не более 9 этажей или не более 28 метров	Г1, В2, Д2, Т2	Г2, В2, Д3, Т2	В2, Д3, Т2, РП2	В2, Д3, Т3, РП2
	более 9, но не более 17 этажей или более 28, но не более 50 метров	Г1, В1, Д2, Т2	Г1, В2, Д2, Т2	В2, Д3, Т2, РП2	В2, Д3, Т2, РП2
	более 17 этажей или более 50 метров	НГ	Г1, В1, Д2, Т2	В2, Д3, Т2, РП2	В2, Д3, Т2, РП2
Ф1.1; Ф2.1; Ф2.2; Ф3.3; Ф3.4; Ф3.5; Ф3.7; Ф4.1	вне зависимости от этажности и высоты	НГ	Г1, В1, Д2, Т2	В2, Д3, Т2, РП2	В2, Д3, Т2, РП2

Статьей 13 Технического регламента установлена классификация строительных, текстильных и кожаных материалов по пожарной опасности.

2. Пожарная опасность горючих строительных, текстильных и кожаных материалов характеризуется следующими свойствами:

- 1) горючесть;
- 2) воспламеняемость;
- 3) способность распространения пламени по поверхности;
- 4) дымообразующая способность;
- 5) токсичность продуктов горения.

3. По горючести строительные материалы подразделяются на негорючие (НГ) и горючие (Г1 - Г4).

5. Горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) слабогорючие (Г1);

- 2) умеренногорючие (Г2);
- 3) нормальногорючие (Г3);
- 4) сильногорючие (Г4).

7. По воспламеняемости горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

- 1) трудновоспламеняемые (В1);
- 2) умеренновоспламеняемые (В2);
- 3) легковоспламеняемые (В3).

8. По скорости распространения пламени по поверхности горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) в зависимости от величины критической поверхностной плотности теплового потока подразделяются на следующие группы:

- 1) нераспространяющие (РП1);
- 2) слабораспространяющие (РП2);
- 3) умереннораспространяющие (РП3);
- 4) сильнораспространяющие (РП4).

9. По дымообразующей способности горючие строительные, текстильные и кожаные материалы в зависимости от значения коэффициента дымообразования подразделяются на следующие группы:

- 1) с малой дымообразующей способностью (Д1);
- 2) с умеренной дымообразующей способностью (Д2);
- 3) с высокой дымообразующей способностью (Д3).

10. По токсичности продуктов горения горючие строительные, текстильные и кожаные материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) малоопасные (Т1);
- 2) умеренноопасные (Т2);
- 3) высокоопасные (Т3);
- 4) чрезвычайно опасные (Т4).

Что это значит на практике, разберем на примере Большого Меншиковского дворца Дворцово-паркового ансамбля «Ораниенбаум» Федерального государственного учреждения культуры «Государственный музей–заповедник «Петергоф» (далее – Дворец).

Для зданий ОКН различных классов функциональной пожарной опасности, помимо этажности необходимо определить их пожарно-техническую высоту. Пожарно-техническая высота здания определяется согласно п. 3.1 СП 1.13130.2020 [5], это будет максимальная разность отметок поверхности подъезда пожарных автомобилей и нижней границы открывающегося проема (окна) в наружной стене. Для некоторых ОКН это может быть и менее 28 м, а может быть и более 28 м (всё зависит от отметки поверхности подъезда по-

жарных автомобилей, к примеру, она может быть на отметке – 2,000 м. относительно первого этажа здания, который на отметке 0,000 м.).

В данном случае здание Дворца вне зависимости от этажности и высоты, должно иметь следующие показатели:

- для отделки для стен и потолков в Вестибюлях, лестничных клетках, лифтовых холлах мы можем применять материалы с показателями пожарной опасности не более, чем НГ;

- для отделки для стен и потолков в Общих коридорах, холлах, фойе мы можем применять материалы с показателями пожарной опасности не более, чем Г1, В1, Д2, Т2;

- для покрытия полов в Вестибюлях, лестничных клетках, лифтовых холлах мы можем применять материалы с показателями пожарной опасности не более, чем В2, Д3, Т2, РП2;

- для покрытия полов в Общих коридорах, холлах, фойе мы можем применять материалы с показателями пожарной опасности не более, чем В2, Д3, Т2, РП2.

Соответственно, у нас на объекте (согласно п. 25 ППР в РФ) должны храниться документы, подтверждающие указанные показатели пожарной опасности. А именно, документы, что именно в таком-то коридоре для покрытия пола был применен (что подтверждено актом выполненных работ) именно такой-то материал с такими-то показателями пожарной опасности (что подтверждается соответствующим сертификатом).

Помимо требований, установленных в таблице 28 Технического регламента, есть требования, установленные непосредственно в статье 134, например, касательно музея уместно будет рассмотреть части 15 и 16 указанно статьи:

ч. 15 - Для отделки стен и потолков помещений книгохранилищ и архивов, в том числе помещений, в которых содержатся служебные каталоги и описи, не допускается применять материалы с более высокими показателями пожарной опасности, чем Г1, В1, Д2, Т2;

ч.16 - В демонстрационных залах помещений зданий класса функциональной пожарной опасности Ф2.2 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокими показателями пожарной опасности, чем Г1, В2, Д2, Т2, и материалы для покрытия пола с более высокими показателями пожарной опасности, чем В2, Д3, Т2, РП2.

Для зальных помещений процедура аналогичная, область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в зальных помещениях установлена Таблицей 29 Технического регламента.

Особое внимание на ОКН следует уделить применению паркета. По актуальному мнению специалистов ФГБУ ВНИИПО МЧС России [9] деревянные (дощатые) полы и паркет относятся к покрытию полов и на них будут

распространяться требования (за исключением покрытий полов спортивных арен спортивных сооружений и полов танцевальных залов) табл. 28-29 Технического регламента в зависимости от функционального назначения зданий, этажности и вместимости.

Несмотря на разногласия в терминологии является ли паркет конструкцией пола или покрытием, учитывая показатели пожарной опасности паркета, опасные факторы пожара могут моментально распространиться по коридору в случае пожара и привести к негативным последствиям.

В таблице 28 Технического регламента указано с какими показателями пожарной опасности мы можем применять материалы для отделки потолков на путях эвакуации.

К примеру, для отделки потолков на путях эвакуации в Общих коридорах, холлах, фойе здания вышеупомянутого Дворца класса ФПО Ф2.2 мы можем применять материалы с показателями пожарной опасности не более, чем Г1, В1, Д2, Т2.

В настоящее время зачастую экономически (как, впрочем, и эстетически) целесообразно применять подвесные потолки. Их применяют повсеместно от школ и гостиниц до аэропортов и вокзалов, в том числе и на ОКН. Конструкция и материалы таких потолков совершенно различные. Но есть наиболее распространенная конструкция, которую мы и рассмотрим на примере обычной подвесной потолочной системы типа Армстронг.

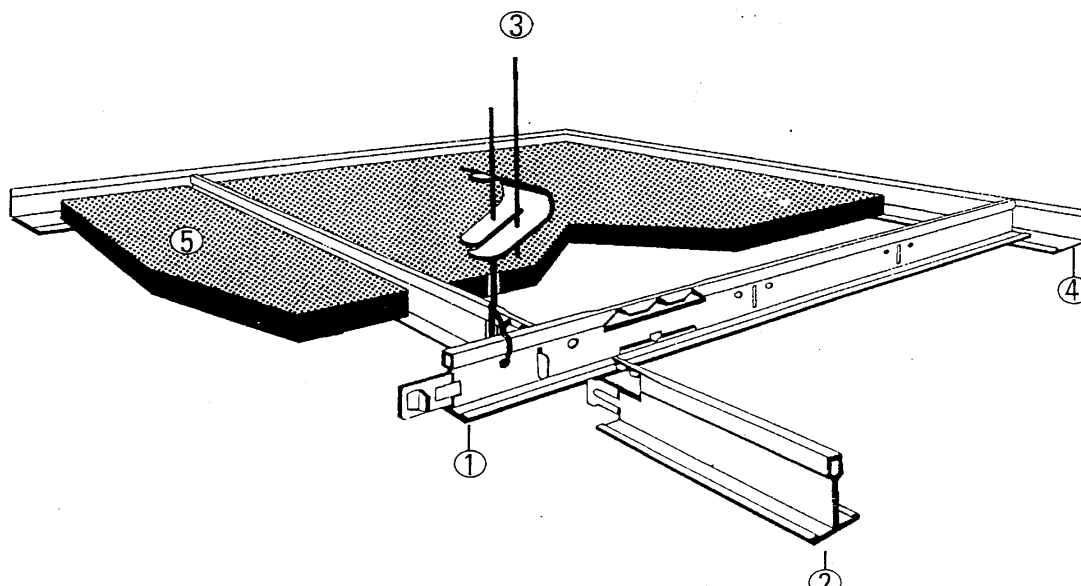


Рисунок. Конструкция состоит из подвесной системы,
каркаса потолка, потолочной плиты

В соответствии с требованиями части 5 статьи 134 Технического регламента каркасы подвесных потолков в помещениях и на путях эвакуации следует выполнять из негорючих материалов. Окрашенные лакокрасочными покрытиями каркасы из негорючих материалов должны иметь группу горючести НГ или Г1. Данное требование играет важную роль.

Во-первых, целостность всей подвесной системы напрямую зависит от целостности каркаса потолка, чем ниже показатели пожарной опасности каркаса, тем дольше он выстоит в условиях реального пожара и не обрушится, что позволит провести своевременную эвакуацию и/или спасение людей, позволит проводить работу пожарным подразделениям.

Во-вторых, подвесной потолок сдерживает тепло, и позволяет перекрытиям здания меньше прогреваться и как следствие дольше сохранять свою целостность в случае пожара.

Целостность подвесной системы обеспечивается наличием специально оформленных прорезей (пожарного компенсатора) на несущей рейке, которые при нагревании деформируются, что не приводит к удлинению несущей рейки и выпадению плит.

В-третьих, целостность всей подвесной системы также напрямую зависит от метода креплений потолка к перекрытию:

Расширяющиеся анкера являются наиболее частым решением при креплении к бетону. Лучший размер анкера при работе с подвесным потолком – 6 мм, такой анкер выдерживает усилие на вырыв около 1000 кг (использование пластиковых втулок (дюбелей) запрещено).

Делая вывод по данной работе, необходимо указать на необходимость сохранения зданий ОКН и размещенных в них экспонатов - уникальных предметов истории и культуры, является важной задачей государства. Требования пожарной безопасности к облицовочным и декоративно-отделочным материалам на путях эвакуации ОКН носят комплексный характер и подчиняются как общим нормам Технического регламента и Сводов правил [5, 6], так и принципам охраны культурного наследия [1]. На сегодняшний день баланс к уникальным памятникам достигается через разработку специальных технических условий (далее – СТУ), применение современных огнезащитных технологий и материалов-аналогов. Предложенные в статье подходы могут быть использованы при проектировании и приспособлении ОКН, способствуя повышению уровня их пожарной защиты без ущерба для исторической ценности. Дальнейшее развитие нормативной базы должно идти в направлении цифровизации расчетов риска для моделирования эвакуации. В связи с этим особую роль играют компенсирующие мероприятия, включая инженерные системы и организационные меры. Исследования должны быть направлены на экспериментальное обоснование эффективности огнезащитных составов для исторических поверхностей и создание отраслевого свода правил для ОКН. Обеспечение пожарной безопасности на ОКН требует комплексного подхода, сочетаю-

щего нормативные требования и индивидуальные решения. Эффективное сочетание этих решений позволит обеспечить безопасность людей без ущерба для культурной ценности объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
2. Анализ пожаров на ОКН в 2020–2025 гг. / Отчет МЧС России. – М., 2025.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
4. Приказ Росстандарта от 28.11.2025 № 2594 (ред. от 21.01.2026) «Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
6. СП 388.1311500.2018. Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности. // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
7. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
8. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» // Справочно-поисковая система «Консультант Плюс».
9. Письмо МЧС России от 09.04.2021 № ИГ-19-1061.

УДК 667.613

***А.Д. Биткина, А.А. Кочетова, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева,
А.Л. Никифоров***

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ

Аннотация: в статье обсуждаются результаты исследования по оценке характеристик полимерных покрытий, используемых в составе огнезащитных составов, предназначенного для разработки нового наиболее эффективного полимерного связую-

щего для разработки интумесцентного огнезащитного покрытия. Описаны достоинства и недостатки при нанесении их на древесину и её производные. Проведена оценка полимерных составов по теплопроводности сделан вывод о том, какое из представленных на исследование является наиболее эффективным для создания на его основе полимерного огнезащитного покрытия для древесины.

Ключевые слова: огнезащитные покрытия, полимерные связующие, теплопроводность.

A.D. Bitkina, A.A. Kochetova, S.A. Shabunin, S.N. Ulyeva, A.L. Nikiforov

ASSESSMENT OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF POLYMER BINDERS FOR FIRE-RESISTANT COMPOSITIONS

Abstracts: The article discusses the results of a study on the evaluation of the characteristics of polymer coatings used in fire-retardant compositions, which is intended to develop a new and more effective polymer binder for the development of an intumescent fire-retardant coating. The advantages and disadvantages of applying these coatings to wood and its derivatives are described. The article evaluates the thermal conductivity of the polymer compositions and concludes which of the compositions is the most effective for creating a polymer fire-retardant coating for wood.

Keywords: fire-resistant coatings, polymer binders, and thermal conductivity.

Одним из перспективных направлений по огнезащите древесины и ее производных на сегодняшний день является разработка и применение интумесцентных составов. Такие составы защищают благодаря формированию защитного слоя, который при нагревании начинает активно вспучиваться образуя теплоизоляционный слой [1-3]. Процесс этот характеризуется одновременным протеканием целого ряда физико-химических процессов, в результате которых на поверхности образуется твёрдый коксовый слой, сдерживающий тепловое воздействие на материал. Такой слой изолирует поверхность от кислорода, замедляет распространение огня, предотвращает термодеструкцию и выделение токсичных газов. Интумесцентный состав — это многокомпонентная система, в которую входит: газообразователь (вспучиватель), коксообразователь (источник углерода), кислотный катализатор и полимерное связующее [3-4]. От подбора от каждого из этих компонентов зависит эффективность работы всего состава.

В качестве объектов исследования были выбраны такие полимерные связующие на основе полиуретановых смол, акриловых смол, латексных смол на акриловой основе. Данные составы представляют собой коллоидную систему в виде дисперсии, в состав которых входят помимо полимеров, наполнители, пластификаторы, вода и прочие добавки.

Выбранные дисперсии обладают высокой износостойкостью и атмосферостойкостью (в т.ч. устойчивостью к действию ультрафиолетовых лучей,

озона, тепла), широким температурным диапазоном эксплуатации, хорошей эластичностью, высокими адгезионными показателями. Кроме того, при высыхании образуют прозрачную пленку, что важно с точки зрения декоративных свойств.

Одним из важных критериев оценки эффективности огнезащитного состава является теплопроводность.

Измерение теплопроводности огнезащитного состава необходимо для оценки его теплофизических свойств, контроля качества и прогнозирования долговечности, а также для понимания механизмов огнезащитной эффективности. Для вспучивающихся составов теплопроводность является одним из ключевых параметров, влияющих на их способность образовывать пористый термоизолирующий слой при нагревании. Этот слой снижает передачу тепла к защищаемой конструкции.

Цель данного исследования оценить термическую устойчивость полимерных связующих подобранных с учетом декоративных свойств.

Низкая теплопроводность полимерного связующего в интумесцентном составе замедляет прогрев защищаемой конструкции до начала роста пенокового слоя.

Для проведения экспериментальной оценки были подготовлены образцы ОСП-2, на которые были нанесены на предварительно просушенную и очищенную поверхность малярной кистью три исследуемых состава. Все три фрагмента ОСП-2 были одинаковой массы до нанесения покрытия, а масса покрытия составляла во всех трех случаях составляла 20 грамм.

После высыхания образцы были исследованы согласно стандартизированной методике по ГОСТ 7076-99[6], с помощью измерителя теплопроводности ИТП-МГ4-250. Измеритель теплопроводности, предназначенный для определения теплопроводности и термического сопротивления строительных материалов (рисунок).



Рисунок. Общий вид измерителя теплопроводности ИТП-МГ4-250

Принцип работы измерителя теплопроводности состоит в том, что через плоский образец материала создают устойчивый тепловой поток, направленный перпендикулярно его лицевым граням, а затем измеряют ключевые параметры и рассчитывают коэффициент теплопроводности. По окончании каждого цикла прибор выдавал значение коэффициента теплопроводности и значение термического сопротивления измеряемого образца.

Результаты исследования коэффициента теплопроводности образцов и их термического сопротивления представлены в таблице.

**Таблица Результаты исследования коэффициента теплопроводности
и термического сопротивления фрагментов ОСП-2 нанесенными
на их поверхность слоями полимерных покрытий**

Наименование образца	Толщина, мм	Температура нагревателя, $T_n, ^\circ\text{C}$	Температура холодильника, $T_x, ^\circ\text{C}$	Коэффициент теплопроводности при стационарном тепловом режиме, $\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\times\text{K})$	Тепловое сопротивление при стационарном тепловом режиме, $R, \text{м}^2\times\text{K}/\text{Вт}$	Плотность стационарного теплого потока, проходящего через измеряемый образец, $q, \text{Вт}/\text{м}^2$	Толщина покрытия, мм
ОСП-2	9	30	20	0,1	0,09	111	–
ОСП-2 с акриловым латексом	9,3	30	20	0,096	0,096	103,1	0,3
ОСП-2 с акриловой дисперсией	9,3	30	20	0,104	0,089	111,8	0,3
ОСП-2 с полиуретано- вой дисперсией	9,2	30	20	0,106	0,086	115,3	0,2

По данным таблицы можно проследить сравнение значений коэффициента теплопроводности трех образцов покрытий одинаковой толщины и сделать вывод о том, что наименьшей теплопроводностью и наибольшим термическим сопротивлением обладает покрытие на основе акрилатного латекса.

Теплопроводность огнезащитного слоя определяет способность материала проводить тепло от более нагретых участков к менее нагретым, данный параметр определяет скорость передачи тепловой энергии к защищаемой конструкции и является ключевым фактором, влияющим на эффективность огнезащиты. Термическое сопротивление — это способность материала препятствовать распространению теплового движения молекул, то есть сопротивляться передаче тепла. Это один из ключевых теплотехнических показателей, который отражает теплозащитные свойства материала или конструкции.

В ходе первого этапа исследования было определено, что наиболее подходящим связующим для огнезащитного состава, сохраняющего декоративные свойства древесины, является полимерное покрытие на основе акрилатного латекса. В дальнейшем планируется проведение исследования образцов с нанесенными на их поверхность покрытиями на воспламеняемость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, А. Н. Современные полимерные покрытия для строительных конструкций: свойства и применение / А. Н. Иванов, Л. П. Семёнова // Строительные материалы. — 2020. — № 5. — С. 34–39.
2. Кочетова А. А., Ульева С. Н., Шабунин С. А., Никифоров А. Л. Оценка влияния вида источника зажигания на поведение древесных строительных материалов// Современные проблемы гражданской защиты 1(58), 2026. С.38-44.
3. Антонов А.В. Решетников И.С. Антонов Н.А. Горение коксообразующих полимерных систем//Успехи химии. 1999, 68(7). С. 663-673.
4. Еремина Т.Ю. Моделирование и оценка огнезащитной эффективности вспучивающихся огнезащитных покрытий//Пожаровзрывобезопасность, №5, 2003. С. 23-29.
5. Ненахов С.А., Пименова В.П. Физико-химия вспенивающихся огнезащитных покрытий на основе полифосфата аммония //Пожаровзрывобезопасность, Т. 19 №8, 2010. С. 11-58.
6. ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме»

УДК 614.849.8

***Н.С. Василевич, А.А. Лазарев, А.А. Липинская, Д.Е. Цветков,
Е.П. Коноваленко***

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАСПРОСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ НОРМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОТНОШЕНИЯ СТОРОН, ВОЗНИКШИЕ ДО ИХ ПРИНЯТИЯ

Аннотация: В статье исследуется практика применения части 4 статьи 4 Федерального закона № 123-ФЗ. На основе анализа судебных решений, нормативных актов выявлены критерии законного применения новых требований к объектам, введенным в эксплуатацию ранее. Сформулированы рекомендации по обеспечению законности и обоснованности решений органов государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: пожарная безопасность, обратная сила закона, государственный пожарный надзор, судебная практика.

*N.S. Vasilevich, A.A. Lazarev, A.A. Lipinskaya, D.E. Tsvetkov,
E.P. Konovalenko*

EXTENSION OF SOME FIRE SAFETY RULES TO RELATIONS BETWEEN PARTIES THAT OCCURRED BEFORE THEIR ADOPTION

Abstracts: The article examines the legal mechanism for limiting the retroactive effect of stricter fire safety requirements. Based on an analysis of court decisions and regulatory acts, the article identifies the criteria for the legal application of new requirements to previously commissioned facilities. The article also provides recommendations for ensuring the legality and validity of decisions made by state fire supervision authorities.

Keywords: fire safety, retroactive effect of the law, state fire supervision, and judicial practice.

Принцип «закон обратной силы не имеет» (*lex ad praeteritum non valet*), восходящий к римскому праву, является фундаментальной гарантией правовой определённости и доверия граждан к государству [6]. В сфере пожарной безопасности постоянное обновление нормативной базы создаёт коллизии между новыми требованиями и объектами, спроектированными по ранее действовавшим стандартам [14].

Инструментом защиты от необоснованного давления на предпринимателей со стороны государства, в том числе надзорных органов, выступает часть 4 статьи 4 Федерального закона № 123-ФЗ [14]: ужесточённые нормы не применяются к объектам, введённым в эксплуатацию или прошедшим экспертизу до их вступления в силу [2, 9].

Эксперты, включая специалистов ВНИИПО МЧС России, подтверждают: никто не должен нести ответственность за то, что в момент строительства не являлось нарушением. Чёткое разделение норм на «режимные» (содержание и эксплуатация, которые действуют на всей стадии строительства объекта) и «конструктивные» (материалы и планировка, которые применяются при замене или реконструкции) обеспечивает баланс реальной безопасности и экономической целесообразности [1].

Цель статьи — выявить проблемы применения части 4 статьи 4 ФЗ-123 через анализ судебной практики и сформулировать однозначные критерии контроля. Для этого необходимо проанализировать нормативную базу, позицию надзорных органов и разъяснения МЧС России, а также разработать рекомендации для снижения числа незаконных предписаний и повышения эффективности надзора.

Запрет на обратную силу норм, ухудшающих положение субъектов, закреплён на конституционном уровне (ч. 1 ст. 54 Конституции РФ) и воспроизведён в отраслевом законодательстве [3, 5, 6, 15]. Это формирует единый стандарт: правомерность действий и ответственность определяются актом, действовавшим в момент их совершения, а новые правила применяются исключительно к отношениям, возникшим после их опубликования.

В пожарной безопасности данный стандарт конкретизирован в том числе в ч. 4 ст. 4 ФЗ-123, устанавливающей приоритет ранее действовавших требований. Исключения прямо предусмотрены законом: новые нормы применяются пропорционально объёму работ только при капитальном ремонте, реконструкции или техническом перевооружении.

Принятие Федерального закона № 247-ФЗ инициировало пересмотр устаревших актов, однако статья 15 указанного закона не регулирует вопросы временного действия обновлённых пожарных норм на разных этапах жизненного цикла объектов [7]. В ответ на этот пробел научное сообщество обосновало необходимость дифференцированного подхода, привязывая применение стандартов к конкретным стадиям модернизации зданий [1].

Официальная поддержка этих подходов Департаментом надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России выражена в письме МЧС России от 31.10.2025 № М-АМ-233, прямо запрещающее применять новые нормы к ранее возведённым объектам вне рамок ч. 4 ст. 4 ФЗ-123. Документ требует учитывать период проектирования и строительства при выдаче предписаний и вводит особый режим для объектов культурного наследия, где требования применяются без ущерба их сохранности. В соответствии со ст. 7 247-ФЗ надзорные решения должны быть строго обоснованы, исключая механический перенос современных стандартов на историческую застройку.

Законы принимаются с целью регуляции общественных отношений в определенных сферах жизнедеятельности людей. Однако при применении закона не всегда последовательно исполнительные органы выражают волю законодателя. И именно судебная практика выступает тем механизмом, который формирует устойчивые критерии оценки законности надзорных решений, конкретизирует абстрактные гарантии права, выявляет коллизии.

В Постановлении Семнадцатого арбитражного апелляционного суда от 24.02.2025 № 17АП-353/2025-АК суд чётко разграничил объём ответственности [11]. Ч. 4 ст. 4 ФЗ-123 не освобождает муниципалитет от первичных мер безопасности, но категорически запрещает возлагать обязанность по строительству или реконструкции сетей на объекты, введенные до новых норм. При этом текущая обязанность по содержанию гидрантов сохраняется, что подтверждает приоритет режимных требований при защите конструкций от принудительной модернизации.

Говоря об исторической застройке, стоит упомянуть, что в определении Свердловского областного суда от 14.01.2025 по делу № 33а-338/2025 суд признал незаконными требования инспектора обеспечить противопожарные расстояния на основании СП 4.13130.2013 (который носит рекомендательный характер), так как инспектор не установил дату возведения объектов. По закону муниципалитет не обязан перестраивать здания в соответствии с новыми требованиями.

Также Верховный Суд РФ в кассационном определении от 01.11.2023 № 85-КАД23-1-К1 указал, что предписания должны быть исполнимы, это условие их законности [4]. Суд отменил требование о соблюдении разрывов из-за отсутствия замеров и координат. Не были приведены доказательства, что здание построено уже после вступления СП в силу. Указанная инспектором ссылка на добровольный свод правил без подтверждения реконструкции противоречит ч. 4 ст. 4 ФЗ-123, нарушаются принципы определённости и соразмерности по ст. 7 ФЗ-247, так как не указаны параметры.

Однако существует исключение. Сохранение старых норм недопустимо, если это создаёт риск для жизни и здоровья [10]. Поэтому в Постановлении АС СЗО от 12.07.2023 № Ф07-3266/2023 суд оставил без изменений предписание инспектора, отказав товариществу собственников жилья, несмотря на ввод дома в 2006 году. Собственниками были сделаны самовольные перепланировки, отсутствовала система обнаружения и оповещения о пожаре, что создало недопустимый риск. В таком случае собственник обязан привести всё в соответствие с актуальными требованиями.

Обобщая практику, можно сказать, что существуют общие правила, применяемые в судах. Так, бремя доказывания необходимости применения новых требований лежит на органе пожарного надзора, который обязан указать дату ввода объекта, характер проведённых работ и степень опасности.

Проведенный анализ с учетом [16, 17] позволяет сформировать алгоритм оформления предписаний для органа государственного пожарного надзора (далее – ОГПН).

В актах проверок необходимо фиксировать дату ввода объекта в эксплуатацию и экспертизы, действовавший на момент проведения проверки нормативный акт и обоснование применения новых требований (исключения составляет ч. 4 ст. 4 ФЗ-123) [11]. Выдаваемые предписания часто противоречат реальной финансовой возможности подконтрольных лиц реконструировать объект и привести его в соответствие к современным требованиям, что нарушает ст. 7 ФЗ-247 [6]. Для минимизации этого в дальнейшем составлен и предлагается к применению алгоритм действий инспектора ОГПН (рисунок).

В качестве рекомендаций для законодателя, возможно, стоит ввести электронный реестр объектов, нормативно закрепить порядок определения даты постройки для объектов, документов на которые нет.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

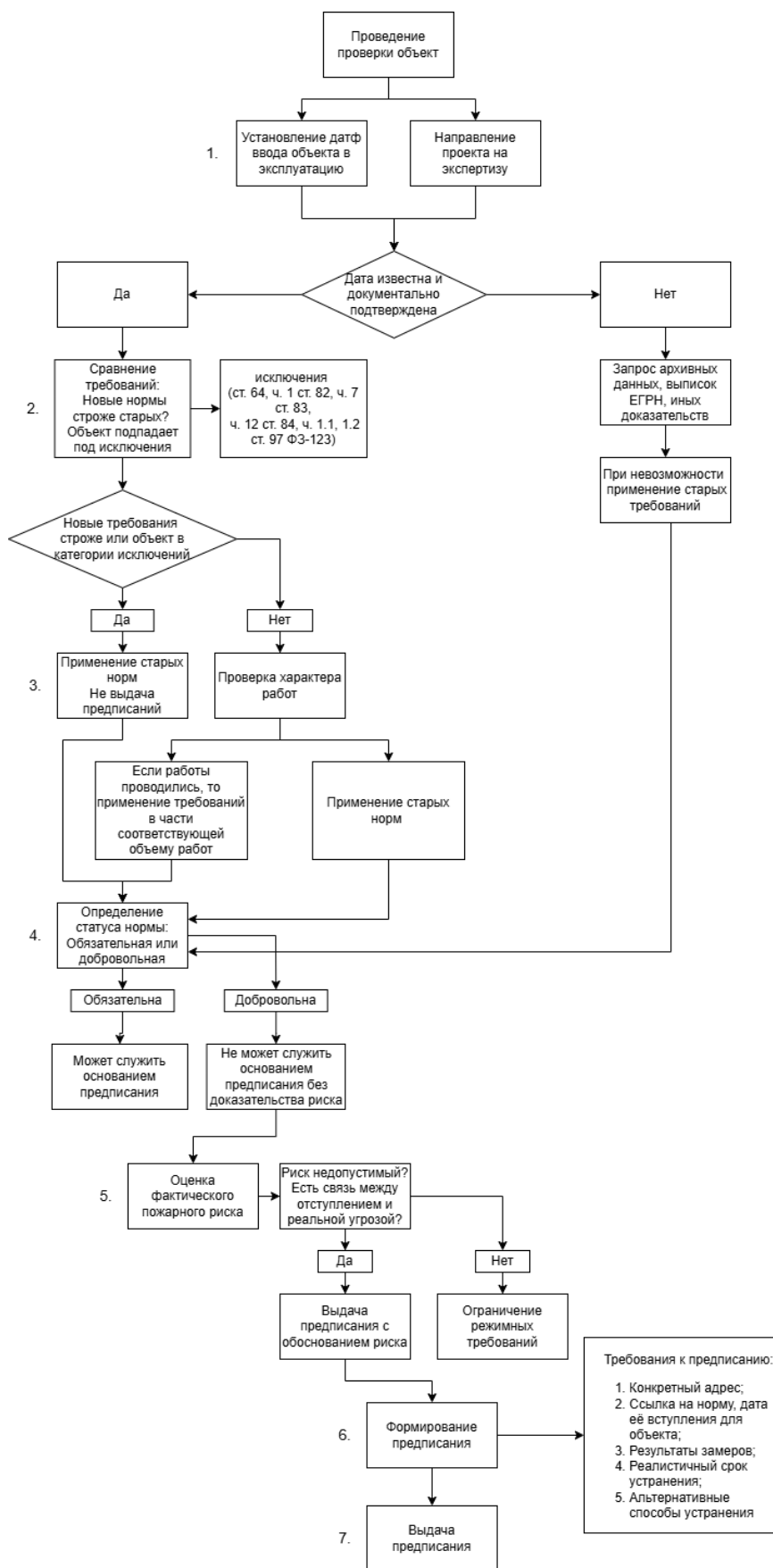


Рисунок. Алгоритм действий инспектора ОГПН при оценке соответствия объектов, построенных по ранее действующим нормам

Проведённый анализ подтверждает, что ч. 4 ст. 4 Федерального закона № 123-ФЗ [14] действительно направлена на защиту собственников от необоснованного применения ужесточенных требований пожарной безопасности. Суды, как правило, возлагают на ОГПН бремя доказывания того факта, что к объекту необходимо применять новые нормы. Также требуют от предписаний конкретности, исполнимости и соразмерности. Целесообразно чётко разграничивать обязательные требования технических регламентов и добровольные своды правил. Предлагаемый авторами алгоритм разработан с учетом сложившейся судебной практики в целях наглядности применяемого законодательства.

Реализация указанных в работе мер будет способствовать соблюдению баланса публичных интересов в обеспечении пожарной безопасности, правовой определённости, кроме того, может повысить качество надзорной деятельности и избежать избыточного давления на контролируемые лица.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвящённой Году науки и технологий, Москва, 12–16 мая 2021 года. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2021. – 1004 с. – EDN GEFTSN.
2. Апелляционное определение Свердловского областного суда от 14.01.2025 по делу № 33а-338/2025.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая): Федеральный закон от 30.11.1994 № 51-ФЗ.
4. Кассационное определение Судебной коллегии по административным делам Верховного Суда Российской Федерации от 01.11.2023 № 85-КАД23-1-К1.
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ.
6. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020.
7. Об обязательных требованиях в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ.
8. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ.
9. Письмо МЧС России от 31.10.2025 № М-АМ-233 «О направлении информации».
10. Постановление Арбитражного суда Северо-Западного округа от 12.07.2023 № Ф07-3266/2023 по делу № А56-17287/2022.
11. Постановление Семнадцатого арбитражного апелляционного суда от 24.02.2025 № 17АП-353/2025-АК по делу № А60-32505/2024.
12. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479.

13. Свод правил СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»: утв. Приказом МЧС России от 24.04.2013 № 288.

14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

15. Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 13.06.1996 № 63-ФЗ.

16. Липинская А.А. [и др.] Анализ судебной практики приведения в пожаробезопасное состояние торговых центров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 254-257. - EDN: OPEJFE

17. Осмоловская А.А. [и др.] Регламентация и структурирование специальных технических условий по пожарной безопасности // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 295-299. – EDN: CWNEPR

УДК 343.37

Н.С. Василевич, Н.М. Панев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СУДЕБНОЙ ПРАКТИКИ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРАВОПРИМЕНЕНИЯ СП 6.13130

Аннотация: В статье анализируются проблемы квалификации правонарушений при эксплуатации электрооборудования в свете требований СП 6.13130.2025. Выявлены пробелы в правоприменении норм при привлечении к ответственности. Предложены меры по совершенствованию законодательства для унификации практики обеспечения пожарной безопасности электроустановок.

Ключевые слова: Пожарная безопасность, электрооборудование, квалификация правонарушений, национальная безопасность, правоприменение, ст. 20.4 КоАП.

N.S. Vasilevich, N.M. Panev

ANALYSIS OF COURT PRACTICE ON ADMINISTRATIVE OFFENSES IN THE FIELD OF FIRE SAFETY AND PROBLEMS OF LAW ENFORCEMENT OF SR 6.13130

Abstracts: The article analyzes the problems of qualifying offenses during the operation of electrical equipment in light of the requirements of SP 6.13130.2025. Gaps in the law

enforcement of norms during bringing to justice are revealed. Measures are proposed to improve legislation in order to unify the practice of ensuring fire safety of electrical installations.

Keywords: Fire safety, electrical equipment, qualification of offenses, national security, law enforcement, Article 20.4 of the Administrative Code.

Обеспечение пожарной безопасности является неотъемлемой частью системы национальной безопасности Российской Федерации, напрямую влияющей на сохранение жизни и здоровья граждан, защиту имущества и устойчивое функционирование критической инфраструктуры [1]. В современной структуре пожароопасных факторов особое место занимает эксплуатация электроустановок и электрооборудования. По данным информационно-аналитического сборника ФГБУ ВНИИПО МЧС России, в 2024 году нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования стало причиной 64795 пожаров, что вывело данный фактор на второе место после неосторожного обращения с огнём [2].

Анализ представленных данных свидетельствует о стабильном росте количества пожаров электрического происхождения: за пятилетний период их число увеличилось на 24,8 %, при этом абсолютное число погибших остаётся на критически высоком уровне — более 2 тыс. человек ежегодно. Особенно тревожна ситуация в жилом секторе: в 2024 году на объекты жилого назначения пришлось 49396 пожаров (76,2 % от общего числа пожаров по электротехническим причинам, из них 27765 — непосредственно в жилых домах, что повлекло гибель 1940 человек [2, с. 87–88].

Высокая доля пожаров электрического происхождения обусловлена не только техническим износом фондов, но и системными пробелами в правовом регулировании процессов эксплуатации и надзора. В 2026 году вступит в силу обновлённый Свод правил СП 6.13130 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности», который существенно расширил область применения требований и ввёл новые требования для низковольтных электроустановок [3].

Однако внедрение новых технических норм порождает комплекс правовых проблем, связанных с квалификацией правонарушений.

СП, как правило, носят добровольный характер применения (ст. 6 ФЗ № 123-ФЗ), однако на практике инспекторы ГПН нередко привлекают к ответственности за их нарушение как за нарушение закона, что создаёт правовую неопределённость и противоречия [4].

Еще одной проблемой, которая видится здесь, является сложность доказывания причинно-следственной связи: для квалификации деяний по ст. 20.4 КоАП РФ и ст. 219 УК РФ [5], в которой уже необходимо установить прямую связь между нарушением конкретного правила пожарной безопасности и наступившими последствиями, что требует проведения пожарно-технических

экспертиз, методическая база для которых в части новых требований пока ещё не сформирована.

Необходимость анализа ответственности за нарушение по СП 6.13130 возникает не только в свете нового свода правил, но также продиктована потребностью в унификации надзорной деятельности. Без чётких методических рекомендаций для инспекторов государственного пожарного надзора (ГПН) возникает риск как избыточного давления на бизнес, так и другой крайности — формального подхода к проверкам [6].

Таким образом, актуальность темы обусловлена противоречием между наблюдаемым расширением области, на которую действуют технические требования пожарной безопасности к электроустановкам и недостаточной разработанностью правовых механизмов квалификации нарушений этих требований в правоприменительной практике [7].

Теоретическое осмысление новых нормативных требований было бы неполным без анализа того, как аналогичные правовые коллизии разрешаются в текущей судебной практике. Выявленные выше проблемы квалификации регулярно становятся предметом судебных споров при привлечении к ответственности по ст. 20.4 КоАП РФ [8]. Для подтверждения данного тезиса и демонстрации реальных рисков для собственников объектов защиты целесообразно обратиться к материалам конкретного административного дела. Показательным примером, иллюстрирующим позицию судов по вопросу нарушения требований электроустановок, является Решение Московского городского суда от 28 сентября 2025 г. по делу № 7-11905/2025, в котором ключевым эпизодом стало нарушение правил совместной прокладки кабелей систем противопожарной защиты [9].

В данном деле учреждение было привлечено к ответственности по ч. 1 ст. 20.4 КоАП РФ, в том числе за нарушение пункта 6.6 СП 6.13130.2021 (совместная прокладка кабелей СПЗ и иного назначения). Защита ссылалась на то, что свод правил носит добровольный характер. Однако суд отказал в удовлетворении жалобы, указав следующее:

1. Требования СП включены в систему нормативных документов по пожарной безопасности, оценка соблюдения которых осуществляется в рамках государственного надзора.

2. Факт совместной прокладки кабелей был зафиксирован актом проверки и подтвержден показаниями свидетелей.

3. Довод о том, что здание построено по старым нормам, был отклонен, так как эксплуатация здания подразумевает поддержание его в безопасном состоянии согласно текущим требованиям.

Данное дело 2025 года демонстрирует тенденцию к признанию обязательности требований СП 6.13130 даже для существующего фонда, если речь идёт о системах противопожарной защиты. Это создает прецедент: с вступлением в силу СП 6.13130.2025 собственники обязаны будут привести системы в

соответствие с новыми нормами (например, разделить трассы кабелей), независимо от года постройки здания. Игнорирование этого факта может повлечь не только административную, но и уголовную ответственность в случае пожара.

Интерес представляет Постановление Горьковского районного суда Омской области от 27 октября 2025 г. по делам № 5-28/2025 и № 5-29/2025 в отношении МБОУ «Горьковская средняя общеобразовательная школа имени В. А. Варнавского» [10]. Данное дело демонстрирует правоприменительную практику привлечения к ответственности за нарушения требований СП 6.13130 в части документального подтверждения категорий надёжности электроснабжения. В ходе внеплановой выездной проверки 06.10.2025 на объекте защиты, отнесённом к категории значительного риска, было выявлено отсутствие документации, подтверждающей подключение систем противопожарной защиты первой категории по надёжности электроснабжения (п. 5.1 СП 6.13130.2021, п. 54 Правил противопожарного режима № 1479). Это стало одним из оснований для квалификации деяния по ч. 2.1 ст. 20.4 КоАП РФ как повторного совершения административного правонарушения.

Учитывая, что образовательное учреждение ранее уже привлекалось к ответственности по ч. 1 ст. 20.4 КоАП РФ, суд применил одну из наиболее строгих и редких мер воздействия — административное приостановление деятельности на 7 суток, при этом, не приняв во внимание доводы представителя учреждения о бюджетном финансировании и целевом характере выделяемых средств.

Введение новых требований обостряет проблему определения субъекта правонарушения. Согласно статье 38 ФЗ № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», ответственность несут собственники имущества и лица, уполномоченные владеть и пользоваться им [7]. В условиях аренды сложных объектов (бизнес-центры, склады) часто возникает ситуация, когда собственник здания не отвечает за внутренние сети, а арендатор не имеет права менять вводные устройства.

СП 6.13130.2025 требует размещения панелей питания СПЗ в непосредственной близости от ВРУ (п. 5.5) и выполнения расчетов емкости АКБ (Приложение Б) [3]. Если эти требования не выполнены, кто несет ответственность: собственник, не выделивший помещение, или арендатор, не предоставивший расчеты? Действующее законодательство не содержит четкого разграничения, что приводит к правовому нигилизму и перекладыванию ответственности.

Кроме того, сохраняется сложность доказывания причинно-следственной связи. Нарушение пункта СП (например, отсутствие красной окраски фасада щита по п. 5.11 [3]) формально является нарушением, но вряд ли может стать причиной пожара. Квалификация по ст. 20.4 КоАП РФ требует наличия угрозы возникновения пожара. Суды все чаще требуют подтверждения того, что конкретное техническое нарушение могло привести к возгора-

нию. В связи с усложнением требований СП 2026 (например, проверка от ложных срабатываний по Приложению В [3]), методика доказательства такой связи требует обновления.

На основании проведенного анализа целесообразно предложить следующие меры для минимизации правовых рисков и повышения эффективности надзора:

1. Законодательное закрепление обязательности. Внести изменения в Постановление Правительства РФ № 1479 «О противопожарном режиме», включив туда ссылки на ключевые разделы СП 6.13130.2025 (питание СПЗ, прокладка кабелей, эксплуатация).

2. МЧС России следует выпустить разъяснения для инспекторов по квалификации нарушений именно в электроустановках, включая алгоритм проверки расчетов емкости АКБ и правильности выбора кабелей по Приложению Г.

Можно сделать вывод, что стабильный рост пожаров электротехнического происхождения обусловлен не только техническим износом фондов, но и существующими правовыми проблемами в сфере квалификации правонарушений. Внедрение обновленного СП 6.13130.2025, безусловно, повышает уровень технической защищенности объектов, однако без законодательного закрепления обязательности его ключевых требований и четких методических рекомендаций для органов государственного пожарного надзора сохраняется риск правовой неопределенности как для собственников, так и для контролирующих органов. Анализ судебной практики подтверждает тенденцию к признанию нарушений сводов правил основанием для ответственности независимо от года постройки здания, что возможно говорит о необходимости введения переходных периодов и уточнения состава правонарушений. Реализация предложенных мер, включая внесение изменений в Постановление Правительства РФ № 1479, унификацию надзорной деятельности, может способствовать устранению выявленных пробелов, обеспечить баланс между требованиями и соразмерностью ответственности, тем самым укрепив систему правового обеспечения национальной безопасности в сфере пожарной безопасности электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. N 390-ФЗ "О безопасности" (с изменениями и дополнениями) URL: <https://base.garant.ru/12181538/> (дата обращения: 28.03.2026).

2. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. : статистика пожаров и их последствий : информационно-аналитический сборник / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Балашиха : ВНИИПО, 2025. – 112 с. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2024/ВНИИПО/2025-sbornik-pozhary-i-pozh.-bezop.-v-2024-g.-11.06.25-.pdf> (дата обращения: 28.03.2026).

3. Приказ МЧС России от 29.12.2025 N 1263 "Об утверждении свода правил СП 6.13130 "Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности" (вместе с "СП 6.13130.2025. Свод правил...") URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_524326/ (дата обращения: 28.03.2026).

4. Белов Андрей Николаевич НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ КВАЛИФИКАЦИИ И ОТГРАНИЧЕНИЯ ОТ СМЕЖНЫХ СОСТАВОВ ПРЕСТУПЛЕНИЙ // Правопорядок: история, теория, практика. 2025. №2 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/narushenie-trebovaniy-pozharnoy-bezopasnosti-problemy-kvalifikatsii-i-otgranicheniya-ot-smezhnyh-sostavov-prestupleniy> (дата обращения: 28.03.2026).

5. "Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 20.02.2026) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения: 28.03.2026).

6. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 28.03.2026).

7. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 28.03.2026).

8. "Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 23.03.2026) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 28.03.2026).

9. Решение № 7-11905/2025 от 28 сентября 2025 г. по делу № 12-0342/2025 Московский городской суд (Город Москва) - Административные правонарушения URL: <https://sudact.ru/regular/doc/7qzMuQGOzwdO/> (дата обращения: 28.03.2026).

10. Постановление Горьковского районного суда Омской области от 27.10.2025 по делам № 5-28/2025, № 5-29/2025 URL: <https://sudact.ru/regular/doc/lVuklXQNqoVp/> (дата обращения: 07.04.2026).

УДК 343.37

Н.С. Василевич, Н.М. Панев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ЭВОЛЮЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
К ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ НА ПРИМЕРЕ РЕДАКЦИЙ
СП 6.13130.2021 И СП 6.13130.2025**

Аннотация: В статье представлен сравнительный анализ старой и новой редакций СП 6.13130, вступающей в силу в 2026 году. Рассмотрены практические рекомендации для проектировщиков, экспертных организаций и производителей оборудования при реализации новых требований, в том числе в части выбора кабельной продукции и расчёта ёмкости резервных источников.

Ключевые слова: пожарная безопасность, электроустановки низковольтные, нормативное регулирование, проектирование электроснабжения.

N.S. Vasilevich, N.M. Panev

EVOLUTION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS ON THE EXAMPLE OF EDITIONS OF SR 6.13130.2021 AND SR 6.13130.2025

Abstracts: the article presents a comparative analysis of the old and new editions of SR 6.13130, which will come into force in 2026. It provides practical recommendations for designers, expert organizations, and equipment manufacturers on how to implement the new requirements, including the selection of cable products and the calculation of backup sources.

Keywords: fire safety, low-voltage electrical installations, regulatory regulation, and power supply design.

Обеспечение пожарной безопасности остаётся одним из ключевых приоритетов государственной политики, напрямую определяющим сохранение жизни граждан и устойчивое функционирование инфраструктуры [1]. По данным информационно-аналитического сборника ВНИИПО МЧС России, в 2024 году данный фактор стал причиной 64795 пожаров, закрепившись на втором месте после неосторожного обращения с огнём [2]. За пятилетний период количество таких возгораний выросло на 24,8 %, ежегодно унося жизни более 2000 человек. Наиболее тревожная ситуация складывается в жилом секторе: в 2024 году на объекты жилого назначения пришлось 49396 пожаров (76,2 % от общего числа электротехнических возгораний), из них 27765 происходят непосредственно в жилых домах, что повлекло гибель 1940 человек [2].

Такая статистика свидетельствует о недостаточной эффективности действующих нормативных требований. Ответом государства на сложившуюся обстановку с пожарами, связанными с электрооборудованием, стала новая редакция СП 6.13130. В связи с этим целью настоящей работы является сравнительный анализ старой и новой редакций свода правил, систематизация изменений и оценка их практического значения для различных категорий лиц.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ



Рис. 1. Динамика пожаров, возникших вследствие нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, в Российской Федерации (2020–2024) [2]

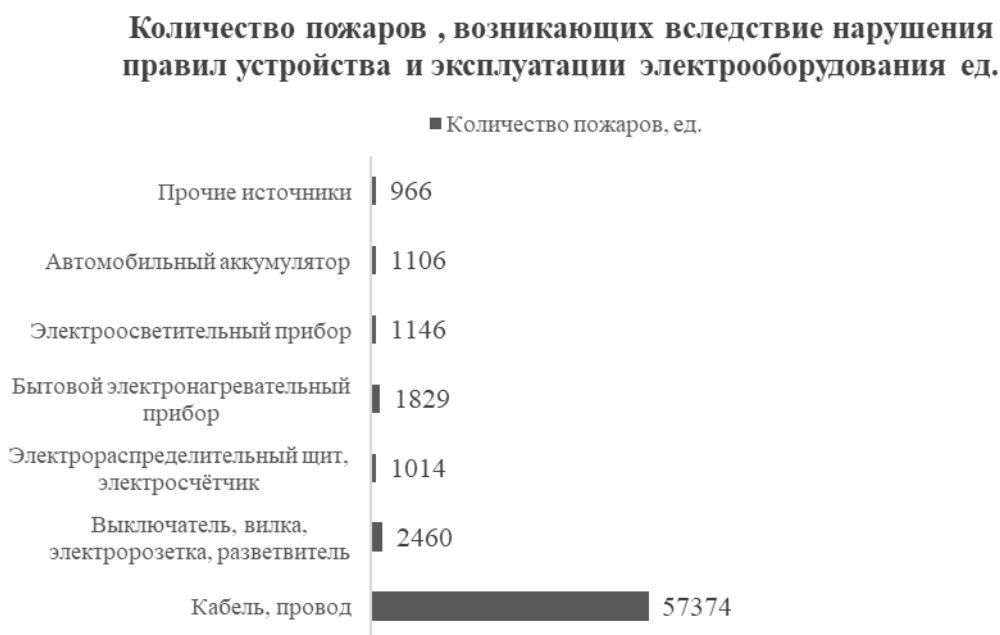


Рис. 2. Распределение пожаров от электрооборудования по основным видам источников возгорания в 2024 г. [2]

Свод правил СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные [3]. Требования пожарной безопасности» действовал с 6 октября 2021 года, он был разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС

России. Документ устанавливал требования к питанию электроприёмников, линиям связи и электрооборудованию систем противопожарной защиты (СПЗ) зданий и сооружений, предназначался для применения при проектировании и монтаже низковольтного электрооборудования систем противопожарной защиты вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений.

Теперь утверждена приказом МЧС России от 29 декабря 2025 года № 1263 новая редакция СП 6.13130.2025, которая вступает в силу по истечении 6 месяцев после дня его издания. Сильное отличие новой редакции заключается в существенном расширении области применения. То есть, если ранее документ регулировал только проектирование и монтаж, то теперь требования распространяются на все этапы жизненного цикла объекта защиты, включая строительство, капитальный ремонт, реконструкцию, техническое перевооружение и изменение функционального назначения. Кроме этого, вводимый в действие свод правил обладает расширенной областью применения. Так, если предыдущий свод правил касался только электрооборудования СПЗ, то теперь он распространяется на все электроустановки напряжением до 1,5 кВ. В связи с этим и объём документа увеличился с 7 страниц до 57 страниц, без учета приложений. Такие масштабные изменения и детализация, безусловно, свидетельствует о положительной динамике в развитии нормативной базы.

В редакции 2021 года терминологический раздел содержал 13 определенных базовых понятий, таких как аппарат защиты, аппарат управления, кольцевая линия связи, панель питания электрооборудования систем противопожарной защиты, открытая и скрытая электропроводка, связанная с безопасностью система, слаботочная система, шинопровод, электрооборудование и электроприёмник систем противопожарной защиты, электропроводка. Новая редакция 2025 года расширила этот перечень до 38 терминов, что позволяет устранить неоднозначность толкования требований на практике.

Известно, что нормативные документы не существуют отдельно и тесно взаимосвязаны между собой. По этой причине часто можно наблюдать дублирование норм, выполнение одних и тех же функций. В таком случае целесообразно говорить о системе нормативных документов. Так и СП 6.13130 не действует изолированно, являясь частью единой нормативной системы регулирования электроустановок и напрямую коррелирует с другими сводами правил, прежде всего со СП 256.1325800.2016. В этой системе СП 256 задаёт общие правила проектирования и монтажа электроустановок напряжением до 1 кВ в жилых и общественных зданиях, а СП 6.13130 уже дополняет их конкретными требованиями пожарной безопасности (например, регламентирует выбор кабельной продукции по классам пожарной опасности, схемы питания систем противопожарной защиты, порядок расчёта ёмкости резервных источников и периодичность контроля сопротивления изоляции).

Продолжая говорить о применении норм СП, стоит сказать, что конкретно изменилось в практике проектирования, монтажа и эксплуатации систем противопожарной защиты. Теперь для проектировщиков новых объектов необходимо проверить соответствие проекта всем новым пунктам, особенно пункту 5.1 о прокладке кабелей и пункту 6.2 о выборе кабеля с использованием таблицы приложения Г. Необходимо выполнять расчёт ёмкости аккумуляторных батарей по приложению Б и прикладывать его к проектной документации.

Для организаций, которые пользуются этим электрооборудованием, вводится обязанность проведения периодических измерений сопротивления изоляции согласно приложению Е в зависимости от категории риска объекта. В общем же требуется провести аудит систем электроснабжения систем противопожарной защиты на соответствие новым требованиям к категориям надёжности электроснабжения пункта 5.2 и оценить необходимость модернизации кабельных трасс согласно пунктам 5.1 и 6.13.

Что касается экспертизы проектной документации, то здесь вводится требование проверять расчёт ёмкости аккумуляторных батарей по приложению Б при наличии резервного питания от автономных источников, проверять соответствие прокладки транзитных линий требованиям пунктов 5.1 и 7.6, требовать обоснование выбора кабеля ссылкой на конкретное положение таблицы приложения Г.

Для производителей оборудования необходимо учитывать требования приложения Д к испытаниям при разработке новых устройств автоматического пожаротушения, обеспечивающих подачу огнетушащего вещества в электрические щиты без прекращения питания.

Таким образом, расширение области применения СП 6.13130 с оборудования систем противопожарной защиты на все низковольтные электроустановки напряжением до 1,5 кВ устраняет ранее имевшийся нормативный пробел в регулировании эксплуатации электрооборудования, на которое, как упомянуто, приходится 88,5 % пожаров электрического происхождения. Согласование новой редакции формирует единая нормативная база со СП 256.1325800.2016. Помимо прочего практическая реализация обновлённых требований потребует пересмотра типовых решений по прокладке кабельных линий (п. 5.1) и деления по категориям надёжности электроснабжения (п. 5.2), однако ожидаемое снижение доли пожаров в жилом секторе, вероятно, обосновывает затраты на переход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 28 декабря 2010 г. N 390-ФЗ "О безопасности" (с изменениями и дополнениями) URL: <https://base.garant.ru/12181538/> (дата обращения: 28.03.2026).

2. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. : статистика пожаров и их последствий : информационно-аналитический сборник / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Балашиха : ВНИИПО, 2025. – 112 с. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2024/ВНИИПО/2025-sbornik-pozhary-i-pozh.-bezop.-v-2024-g.-11.06.25-.pdf> (дата обращения: 28.03.2026).

3. Приказ МЧС России от 29.12.2025 N 1263 "Об утверждении свода правил СП 6.13130 "Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности" (вместе с "СП 6.13130.2025. Свод правил...") URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_524326/ (дата обращения: 28.03.2026).

4. Белов, А.Н. Нарушение требований пожарной безопасности: проблемы квалификации и отграничения от смежных составов преступлений // Правопорядок: история, теория, практика. 2025. №2 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/narushenie-trebovaniy-pozharnoy-bezopasnosti-problemy-kvalifikatsii-i-otgranicheniya-ot-smezhnyh-sostavov-prestupleniy> (дата обращения: 28.03.2026).

5. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 28.03.2026).

6. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 28.03.2026).

УДК 621.91.01: 519.876.5

Д.В. Васильков, А.С. Александров, В.В. Голикова

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ТРИБОСОПРЯЖЕНИЯХ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Аннотация: Представлена нелинейная динамическая модель кусочно-линейного типа, в которой на основе реологического подхода рассмотрены особенности контактных взаимодействий в технологической системе при обработке резанием со стороны передней и задней поверхностей режущего инструмента в форме фаз скольжения и схватывания при адгезионно-деформационном взаимодействии. Получено периодическое решение с выходом на предельные циклы. Предложенная динамическая модель является основой для моделирования параметров качества при механической обработке.

Ключевые слова: нелинейная динамическая модель, переменные состояния, реологические элементы, нелинейная система кусочно-линейного типа, скольжение, схватывание, адгезионно-деформационное взаимодействие, функция переключений

D.V. Vasilkov, A.S. Alexandrov, V.V. Golikova

NONLINEAR DYNAMICS OF CONTACT INTERACTIONS IN TRIBO-CONJUGATIONS DURING MECHANICAL PROCESSING

Abstracts: A nonlinear dynamic model of a piecewise linear type is presented, in which, based on a rheological approach, the features of contact interactions in a technological system during cutting from the front and rear surfaces of a cutting tool in the form of sliding and setting phases during adhesive-deformation interaction are considered. A periodic solution with access to limit cycles is obtained. The proposed dynamic model is the basis for modeling the quality parameters during machining.

Keywords: nonlinear dynamic model, state variables, rheological elements, nonlinear piecewise linear system, sliding, setting, adhesion-deformation interaction, switching function

Динамическая модель технологической системы включает две подсистемы – заготовки и режущего инструмента. В качестве доминирующей для построения модели можно принять подсистему режущего инструмента. Контактные взаимодействия в процессе резания в модельном представлении формируются в зоне резания в двух трибосопряжениях. Со стороны передней поверхности (ПП) – сопряжение передней поверхности инструмента со сходящей стружкой. Со стороны задней поверхности (ЗП) – сопряжение задней поверхности инструмента и поверхности обработанной заготовки. В результате контактных взаимодействий в трибосопряжениях формируется сила резания. Принципиально важным является формирование динамической характеристики резания в рассматриваемой динамической системе. Традиционный подход предусматривает формирование силы резания в виде статической характеристики. Он ограничивает возможности исследования переходных процессов в трибосопряжениях при контактных взаимодействиях.

Исследования показали [1, 2], что при широком варьировании скорости резания контактные взаимодействия в трибосопряжениях со стороны ПП и ЗП сопровождаются адгезией, которая проявляется через массоперенос и наростообразование. Для учета данного фактора в модельном решении при исследовании трибологических характеристик применен двухчленный закон трения, включающий два компонента – адгезионный и деформационный. Адгезионный компонент предусматривает формирование в трибосопряжениях мостиков схватывания, деформационный – скольжение. Данные факторы в динамике не могут проявляться одновременно. Сначала в трибосопряжении формируются мостики схватывания. Затем под действием сдвигающих сил они разрываются и происходит проскальзывание [1, 3-5]. Данная последовательность многократно повторяется. Необходимым условием формирования адгезионных связей является превышение контактного давления в трибосо-

пряжении допустимых значения, при которых начинается адгезионный процесс. При резании данное условие выполняется и контролировать его нет необходимости. Но данного условия недостаточно. Необходимо, чтобы мгновенное значение скорости относительных перемещений в трибосопряжении V стала меньше допустимого значения $[V]$, ниже которого начинают активно формироваться мостики схватывания и начинается адгезионная фаза. Нарушение данного условия приводит к переходу в деформационную фазу. Таким образом, самой динамической системой формируется функция слежения, являющаяся ключом для перехода в адгезионную или деформационную фазы.

При контактных взаимодействиях параметры процесса резания удобно описывать в форме реологических моделей. В работах [1-3, 5, 6] данный подход в форме модельных решений описан достаточно подробно. На его основе достаточно просто моделировать многократно переключающиеся адгезионно-деформационные процессы контактных взаимодействий. Модель, реализующая данный подход, представлена на рис. 1.

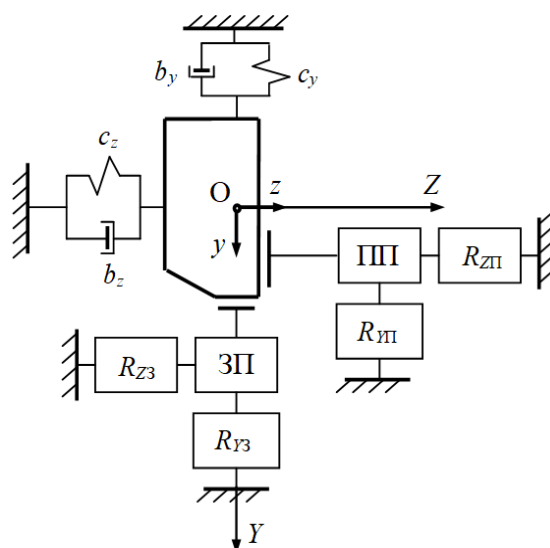


Рис. 1. Модель контактных взаимодействий в трибосопряжениях со стороны IIIП и ЗП при реологическом описании процессов в зоне резания

В соответствии с рис. 1 процесс контактных взаимодействий в направлении осей Z , Y представлен блоками: со стороны IIIП - $R_{ZП}$, $R_{YП}$; со стороны ЗП - $R_{ZЗ}$, $R_{YЗ}$. Указанные блоки формируются на основе реологических моделей Фойгта, Ньютона, Прандтля, Сен-Венана [7]. В них предусмотрены соответствующие упруго-диссипативные характеристики для адгезионной (адг) и деформационной (деф) фаз с ключами, предусматривающими включение и выключение данных характеристик в соответствующих фазах (рис. 2), которые представлены в таблице:

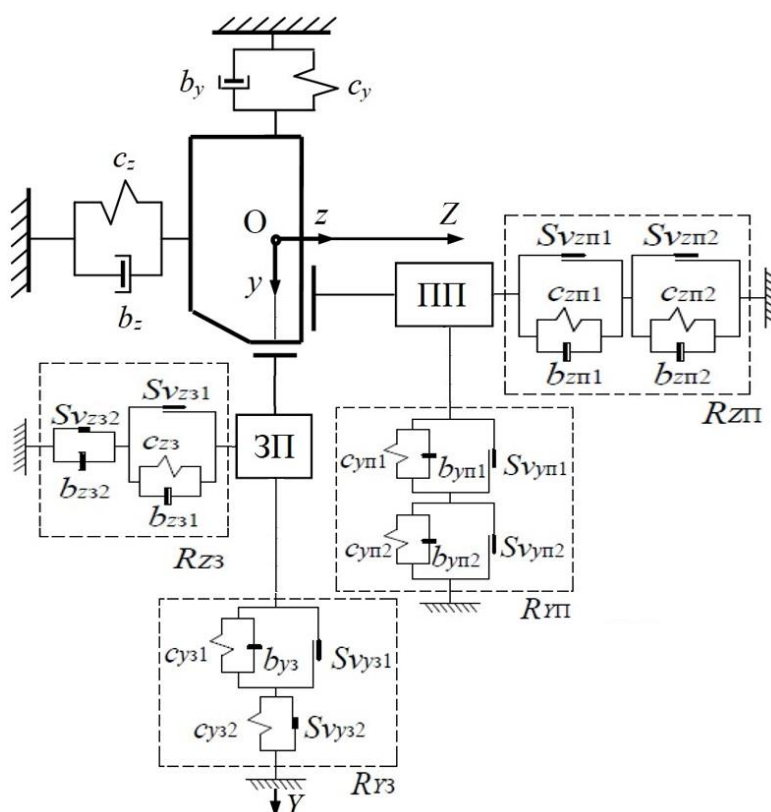


Рис. 2. Модель контактных взаимодействий в трибосопряжениях со стороны ПП и ЗП с развернутыми реологическими блоками

Таблица. Параметры реологических блоков в трибосопряжениях со стороны ПП и ЗП в адгезионной и деформационной фазах

№	Пов-ть	Ось	Реологический блок	Фаза	Коэфф. упругости	Коэфф. диссипации	Ключ
1	ПП	Z	$R_{зп}$	адг	$c_{зп1}$	$b_{зп1}$	$Sv_{зп1} = 0; Sv_{зп2} = 1$
2				деф	$c_{зп2}$	$b_{зп2}$	$Sv_{зп1} = 1; Sv_{зп2} = 0$
3		Y	$R_{уп}$	адг	$c_{уп1}$	$b_{уп1}$	$Sv_{уп1} = 0; Sv_{уп2} = 1$
4				деф	$c_{уп2}$	$b_{уп2}$	$Sv_{уп1} = 1; Sv_{уп2} = 0$
5	ЗП	Z	$R_{з3}$	адг	$c_{з31}$	$b_{з31}$	$Sv_{з31} = 0; Sv_{з32} = 1$
6				деф	-	$b_{з32}$	$Sv_{з31} = 1; Sv_{з32} = 0$
7		Y	R_{y3}	адг	c_{y31}	b_{y31}	$Sv_{y31} = 0; Sv_{y32} = 1$
8				деф	c_{y32}	-	$Sv_{y31} = 1; Sv_{y32} = 0$

Параметры системы в направлениях осей Z, Y определяются упругими и диссипативными характеристиками c_z, c_y, b_z, b_y . Рассматриваемая система имеет две обобщенные координаты z, y . Ключи, представленные в графе 8 таблицы, обеспечивают подключение или отключение упруго-диссипативных характеристик реологических блоков в адгезионной и деформационной фазах с применением разрывных трибоэлементов Прандтля-Сен-Венана Sv_i , которые в соответствующих фазах принимают значения 1 или 0. При $Sv_i = 1$ происходит

замыкание, при котором группа упруго-диссипативных характеристик исключается из рассмотрения. При $Sv_i = 0$ происходит размыкание (разрыв), при котором группа упруго-диссипативных характеристик подключается к рассмотрению.

Математически реологические блоки можно записать в форме динамических характеристик резания по аналогии с [7, 8], которые обобщенно можно представить в форме

$$T_{\lambda j}^{(\phi)} \dot{R}_{\lambda j}^{(\phi)} + R_{\lambda j}^{(\phi)} = -(b_{\lambda j k} \dot{\lambda} + c_{\lambda j k} \lambda), \quad (1)$$

где λ – обозначение обобщенной координаты, $\lambda = z, y$; j – обозначение трибосопряжения, $j = \text{п}$ соответствует ПП, $j = \text{з}$ соответствует ЗП; ϕ – обозначение фазы, $\phi = \text{адг, деф}$; k – порядковый номер упруго-диссипативной характеристики в реологическом блоке, $k = 1, 2$; $T_{\lambda j}^{(\phi)}$ – постоянные времени адгезионно-деформационных процессов.

В результате выполненных преобразований можно построить динамическую модель рассматриваемой технологической системы. Она включает два неоднородных дифференциальных уравнения второго порядка для обобщенных координат z, y и восемь дифференциальных уравнений первого порядка в соответствии с таблицей для силовых составляющих реологических блоков $R_{\lambda j}^{(\phi)}$, представленных в форме (1), соответственно со стороны ПП и ЗП в направлениях обобщенных координат z, y применительно к адгезионной и деформационной фазам. Численное решение такой динамической системы такой динамической системы представляет собой большие трудности из-за необходимости совместного решения дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Данная проблема решается просто при переходе из пространства обобщенных координат в пространство переменных состояния [8], в котором вектор переменных состояния u имеет вид

$$u = [z, \dot{z}, y, \dot{y}, R_{\text{зп}}^{(\text{адг})}, R_{\text{уп}}^{(\text{адг})}, R_{\text{зп}}^{(\text{деф})}, R_{\text{уп}}^{(\text{деф})}, R_{\text{зз}}^{(\text{адг})}, R_{\text{уз}}^{(\text{адг})}, R_{\text{зз}}^{(\text{деф})}, R_{\text{уз}}^{(\text{деф})}]^T. \quad (2)$$

При построении системы дифференциальных уравнений необходимо учитывать наличие ключей для перехода в соответствующие динамические режимы (см. таблицу). Она представляет собой нелинейную систему дифференциальных уравнений кусочно-линейного типа [7]

$$\dot{u} = Du + S(u), \quad (3)$$

где D – матрица перехода; $S(u)$ – вектор-функция с кусочно-линейными коэффициентами. Матрица D и вектор-функция $S(u)$ подробно описаны в работе [7] и в данной статье не представлены.

Полученная в (3) динамическая модель технологической системы механической обработки представляет собой нелинейную систему дифференциальных уравнений кусочно-линейного типа. На ее основе был проведен большой комплекс исследований при изменении технологических параметров и режимов обработки в широких пределах.

В качестве примера рассмотрим отдельную реализацию результатов моделирования для следующих исходных данных: заготовка - диаметр 90 мм, вылет 135 мм, материал ХН65ВМТЮ; инструмент - задний угол $\alpha = 8^\circ$; передний угол $\gamma = -8^\circ$, главный угол в плане $\varphi = 70^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 20^\circ$, материал пластины М101S, державка 32х32; вылет 95 мм; режимы резания - подача 0,19 мм/об, глубина резания 1,0 мм; скорость резания $V = 30 \dots 220$ м/мин. Обработка без охлаждения.

Моделирование проводилось путем численного решения системы дифференциальных уравнений (3) методом Рунге-Кутты по схеме с переменным шагом и переменным порядком. моделирование начиналось с адгезионной фазы. Важным результатом моделирования являются виброперемещения в направлении оси Y . На рис. 3 представлена временная диаграмма виброперемещений формообразующей точки инструмента в направлении оси Y (кривая 2) при скорости резания $V = 70$ м/мин. На этом же рисунке представлена синхронная ступенчатая временная диаграмма последовательности адгезионной (нижняя ступень) и деформационной (верхняя ступень) фаз (кривая 1). На диаграммах четко просматривается периодическое решение. При этом, постоянная времени адгезионной фазы составляет $10^{-4} - 10^{-5}$ с, а постоянная времени деформационной фаз на порядок больше – $10^{-3} - 10^{-4}$ с.

Для кинематической оценки характера движений был построен фазовый портрет (рис. 4), который показал, что периодическое движение осуществляется в окрестности устойчивого предельного цикла. При формировании адгезионных связей происходит смещение от его траектории (кривая 4). Но после их разрыва осуществляется возврат к устойчивому предельному циклу (кривая 3). Графики показывают, что движение осуществляется на собственных частотах динамической системы. При этом четко просматривается уровень амплитуд колебаний.

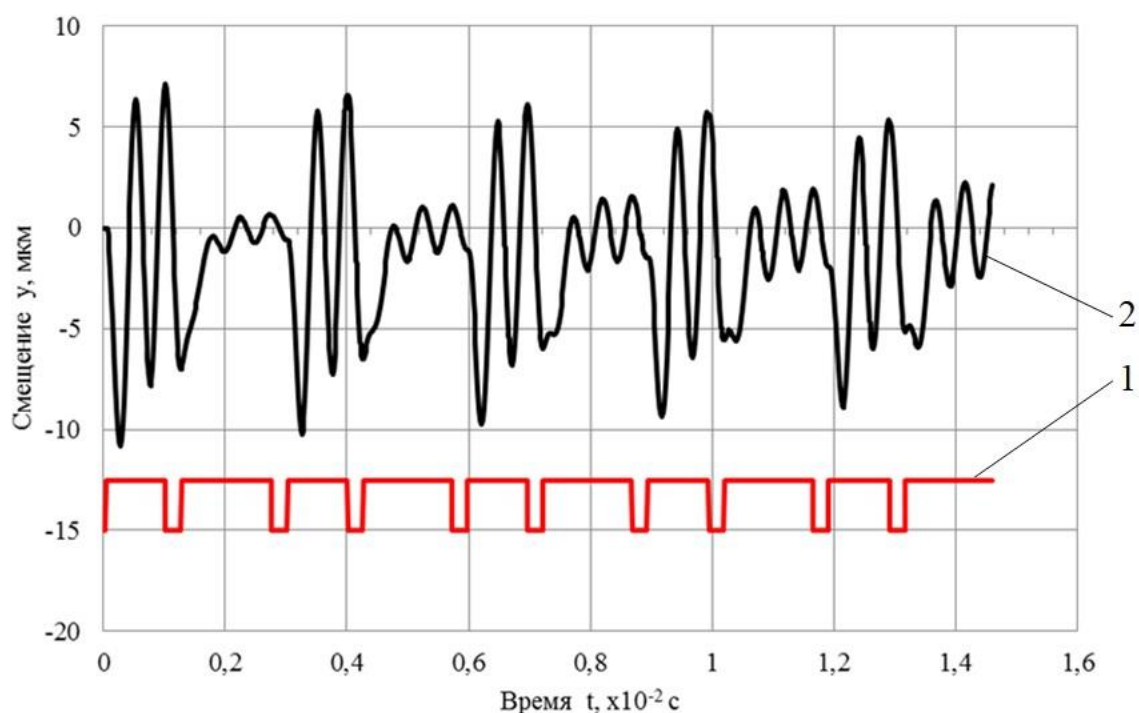


Рис. 3. Временные диаграммы:

- 1 - виброперемещения формообразующей точки инструмента в направлении оси Y;
2 - последовательность адгезионной и деформационной фаз

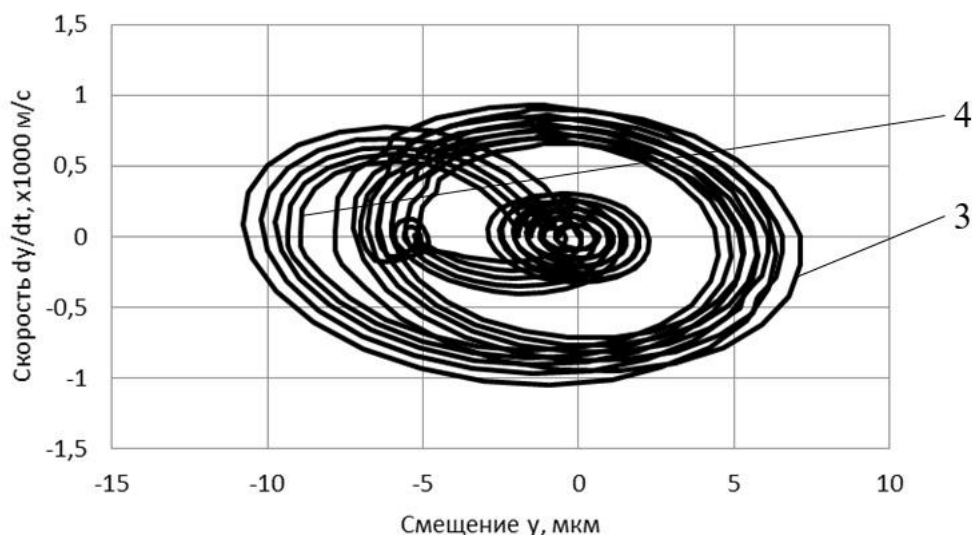


Рис. 4. Фазовый портрет динамической системы

Полученные результаты были подтверждены экспериментально, что свидетельствует об обоснованности предлагаемой динамической модели. Во всех рассмотренных случаях движение в модели начинается с фазы схватывания. (кривая 1 на рис. 3). Смещение по нормали к формообразующей точке

инструмента в направлении y (кривая 2 на рис. 3) получено в результате расчета по модели (3). По нему четко просматривается периодическое решение, которое формируется в результате переключения фаз скольжения и схватывания. На графиках переход из фазы схватывания в фазу скольжения сопровождается всплеском смещения y (кривая 2 на рис. 3). При этом на фазовом портрете наблюдается выход фазовой траектории на предельный цикл с амплитудой 4–7 мкм (кривая 3 на рис. 4). В момент перехода из фазы схватывания в фазу скольжения наблюдается характерное отклонение фазовой траектории от предельного цикла с амплитудой 8–12 мкм (кривая 4 на рис. 4) с последующим возвратом на предельный цикл.

Заключение

1. При построении динамической модели технологической системы учтены адгезионно-деформационные особенности контактных взаимодействий режущего инструмента и заготовки в форме последовательности адгезионной и деформационной фаз на основе решения системы нелинейных дифференциальных уравнений кусочно-линейного типа.

2. Динамическая характеристика резания со стороны передней и задней поверхностей инструмента для фаз скольжения и схватывания построена в форме апериодических звеньев первого порядка на основе реологических моделей Фойхта, Прандтля, Ньютона с постоянными времени, отображающими адгезионно-деформационные процессы в трибосопряжениях.

3. Предложенная динамическая модель является основой для моделирования параметров качества при механической обработке, таких как шероховатость поверхности, начальные напряжения в поверхностном слое и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильков Д.В., Вейц В.Л., Шевченко В.С. Динамика технологической системы механической обработки. СПб.: Инструмент, 1997. - 230 с.

2. Вейц В.Л., Васильков Д.В., Максarov В.В. Управление параметрами зоны и траектории локальной метастабильности в обрабатываемом материале // Машиностроение и автоматизация производства: Межвуз. сб. Вып. 15. СПб.: СЗПИ, 1999. - С. 16-20.

3. Вейц В.Л., Васильков Д.В. Задачи динамики, моделирования и обеспечения качества при механической обработке маложестких заготовок // СТИН, 1999, № 6. - С. 9-13.

4. Васильков Д.В., Вейц В.Л., Максarov В.В. К вопросу упрощения динамической модели технологической системы механической обработки // Машиностроение и автоматизация производства: Межвуз. сб. Вып. 14. СПб.: СЗПИ, 1998. - С. 35-41.

5. Вейц В.Л., Максarov В.В. Динамическое моделирование стружкообразования в процессе резания // Машиностроение и автоматизация производства: Межвуз. сб. Вып. 14. СПб.: СЗПИ, 1999. - С. 15 - 20.

6. Васильков Д.В. Формирование реологических свойств поверхностного слоя материалов // Машиностроение и автоматизация производства. Межвуз. сборник. Вып. 3. СПб: СЗПИ, 1996. - С. 94-99.

7. Васильков Д.В., Чердакова В.С., Голикова В.В., Рак А.А. Разработка и параметризация динамической модели технологической системы механической обработки на основе реологического подхода // Металлообработка, №5-6(125-126), 2021. С. 20-38.

8. Васильков Д.В., Кочина Т.Б. Теория и методы исследования контактных взаимодействий в технологических машинах на основе реологических представлений. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. - 179 с.

УДК 614.841.332

Ведяскин Ю.А., Молодцова Н.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Аннотация: В статье представлены результаты анализа современного состояния и перспективных направлений совершенствования автоматизированных систем пожарной безопасности. Рассмотрены ключевые тенденции развития рынка систем противопожарной защиты, включая импортозамещение и рост доли отечественных производителей. Проведен сравнительный анализ эффективности традиционных спринклерных систем и современных роботизированных установок пожаротушения. Проанализированы перспективные направления внедрения технологий компьютерного зрения, искусственного интеллекта и беспилотных летательных аппаратов для целей обнаружения и тушения пожаров. Выявлены основные проблемы и ограничения существующих подходов, определены направления дальнейших исследований в области интеллектуализации систем пожарной автоматики.

Ключевые слова: пожарная безопасность, автоматизированные системы, роботизированные установки пожаротушения, компьютерное зрение, искусственный интеллект, анализ литературы, импортозамещение.

Vedyaskin Y.A., Molodtsova N.A.

ANALYSIS OF MODERN TRENDS IN IMPROVING AUTOMATED FIRE SAFETY SYSTEMS OF OBJECTS

Abstracts: The article presents the results of an analysis of the current state and promising directions of improving automated fire safety systems. The key trends in the development of the fire protection systems market, including import substitution and the growth of the share of domestic manufacturers, are considered. A comparative analysis of the effectiveness of traditional sprinkler systems and modern robotic fire extinguishing systems is conducted. The article analyzes promising areas for the implementation of computer vision, artificial intelligence, and unmanned aerial vehicles technologies for fire detection and suppression. The main problems and limitations of existing approaches are identified, and directions for further research in the field of fire automation systems intellectualization are determined.

Keywords: fire safety, automated systems, robotic fire extinguishing systems, computer vision, artificial intelligence, literature analysis, import substitution.

Обеспечение пожарной безопасности объектов — приоритет государственной политики. Автоматизированные системы (сигнализация, пожаротушение, оповещение, управление эвакуацией) играют ключевую роль в предотвращении жертв и ущерба [5, с. 11].

В последние годы технологическая база систем активно развивается. В 2024 году объем сегмента пожарной автоматики вырос на 12 % — до почти 55 млрд рублей, причем 82 % рынка приходится на три крупнейших отечественных производителя. Эта динамика связана с импортозамещением и ужесточением требований к пожарной безопасности объектов. Анализ отраслевых источников выделяет ключевые тенденции рынка систем пожарной безопасности. В 2025 году введен запрет на параллельный импорт противопожарного оборудования (Bosch, Autronica, Schneider Electric и др.), инициированный консорциумом производителей и утвержденный Минпромторгом (приказ № 4611) для защиты рынка от необслуживаемой иностранной продукции без техподдержки и сертификации в РФ [1].

По итогам 2024 года в структуре продаж лидируют жилые здания (42,8 %), учебные (14,4 %) и административные (11,3 %). Наиболее высокую динамику роста показывают торгово-развлекательные (+40 %) и производственные объекты (+39 %) из-за усиления контроля соблюдения требований Техрегламента (ФЗ-123) и ужесточения ответственности [1].

Современный этап развития характеризуется трансформацией требований к системам. Потребители выделяют web-интерфейс, интеграцию с облачными сервисами, работу на отечественной ОС Linux, а также извещатели со встроенными речевыми оповещателями [1].

Значимое направление совершенствования — внедрение роботизированных установок пожаротушения (РУП). Появление пожарных роботизированных стволов расширило возможности ствольной техники и повлияло на параметры тушения. Ключевое отличие РУП от традиционных автоматических установок пожаротушения (АУП) заключается в принципиально ином подходе к организации процесса тушения. Для

традиционных АУП характерна подача огнетушащего вещества (ОТВ) на фиксированной площади с постоянной нормативной интенсивностью орошения, при этом расход является переменной величиной, зависящей от площади тушения. В отличие от этого, РУП характеризуются постоянным расходом при переменных интенсивности орошения и времени тушения. Основное преимущество РУП заключается в обнаружении очага возгорания на ранней стадии и его тушении путем адресной подачи струи ОТВ по баллистической траектории. Это позволяет создать высокую локальную интенсивность орошения, обеспечивающую быструю ликвидацию очага возгорания, что значительно повышает эффективность пожаротушения и снижает ущерб от пожара [8, с. 59-60].

В работе Актерского Ю. Е. и Трубниковой Т. Н. представлен сравнительный анализ традиционных спринклерных систем и РУП для защиты спортивных объектов. Моделирование продемонстрировало значительные преимущества роботизированных комплексов. Благодаря постоянному инфракрасному сканированию, фиксирующему температурные отклонения в течение 12-15 секунд, время, необходимое для обнаружения и реагирования на возгорание, сокращается с трёх-пяти минут до 25-30 секунд. В отличие от традиционных систем, характеризующихся невысокой точностью распыления огнетушащего вещества (ОТВ) по большой площади и существенными потерями при свободном падении с высоты, роботизированные установки пожаротушения (РУП) осуществляют целенаправленную подачу компактной струи непосредственно в центр очага возгорания. Использование РУП способствует увеличению расчётного времени, в течение которого блокируются пути эвакуации, с 3,5 до 10 минут, что, в свою очередь, предоставляет людям дополнительное время для безопасного покидания опасной зоны [2, с. 422-423].

В статье Loboichenko V. и его коллег представлен библиометрический обзор, посвященный исследованию применения технологий компьютерного зрения в сфере пожаротушения. Авторы провели анализ научной литературы, доступной в базе данных Scopus, с применением инструментария VOSviewer. Исследование охватывает публикации за период с 2015 по 2024 год и включает 125 работ, систематизированных по пяти ключевым направлениям: пожарные робототехнические комплексы, методы обнаружения возгораний, системы активного пожаротушения, применение беспилотных летательных аппаратов и, собственно, компьютерное зрение. Результаты проведенного анализа демонстрируют выраженную тенденцию к увеличению количества публикаций в исследуемой области, что подтверждает растущий научный интерес к решению данной проблематики. Ключевые векторы научных изысканий сосредоточены на разработке специализированных алгоритмов для выявления пламени и задымления, создании автоматизированных комплексов

для ликвидации пожаров, а также на совершенствовании как программных, так и аппаратных компонентов, используемых в пожарных роботах.

Ключевым вектором совершенствования систем противопожарного оповещения является смещение акцента с традиционного порогового детектирования на прогностический анализ. Согласно исследованиям Шорина Д. А. и Митрофанова А. С., оптимальным решением видится раннее выявление предвестников пожара до его фактического возгорания, опираясь на оценку «условий подверженных риску возгорания». Внедрение данного метода подразумевает применение устройств для измерения концентрации опасных газов в воздушной среде. К ним относятся угарный газ, метан и летучие органические соединения, чье малозаметное увеличение концентрации может указывать на неминуемое начало возгорания. Сочетание таких газоанализаторов с микрофлюидными установками, проводящими углубленный химический анализ воздуха, дает возможность сформировать комплексную систему контроля. Такая система будет не только оперативно реагировать на актуальные опасности, но и предсказывать возможные риски [4].

В обзоре, опубликованном в научном журнале Львовской политехники, представлен комплексный анализ состояния разработок наземных роботизированных комплексов для автоматического пожаротушения. Авторы отмечают, что развитие роботизированных систем было существенно ускорено катастрофическими пожарами, продемонстрировавшими ограниченность возможностей человека в экстремальных условиях. Современные наземные роботизированные комплексы характеризуются модульной конструкцией, расширенным сенсорным оснащением и использованием искусственного интеллекта для навигации и идентификации источника пожара. В качестве ключевой операционной концепции рассматривается «команда человек-робот», в рамках которой роботы принимают на себя выполнение наиболее опасных задач, дополняя возможности человека-оператора. Перспективные направления исследований включают разработку технологий роевого взаимодействия роботов, повышение уровня автономности и совершенствование интерфейсов взаимодействия [3].

Отдельным направлением, активно развивающимся в последние годы, является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для целей пожарной безопасности. В систематическом обзоре Pinedo Pimentel R.H. с соавторами рассматривается потенциал применения дронов при пожарах в высотных зданиях с акцентом на алгоритмы обнаружения людей и механизмы пожаротушения [6].

БПЛА позволяют осуществлять мониторинг пожароопасной обстановки в труднодоступных зонах, проводить разведку очагов возгорания без риска для жизни людей, а в перспективе – осуществлять доставку средств

пожаротушения. Библиометрический анализ подтверждает, что данное направление является одним из наиболее динамично развивающихся в мировой научной литературе [7].

Проведенный анализ литературы позволяет выделить ряд проблем, требующих дальнейшего исследования. Во-первых, это вопрос надежности систем компьютерного зрения в условиях сильного задымления и высокой температуры, что является критическим фактором для практического применения. Во-вторых, актуальной остается проблема энергообеспечения и устойчивости связи для роботизированных систем, особенно при работе в автономном режиме [3].

Кроме того, требует дальнейшей разработки методология оценки интегральной эффективности интеллектуальных систем пожарной безопасности, учитывающая не только технические параметры, но и экономические аспекты (соотношение затрат на внедрение и предотвращенного ущерба). В работах отечественных исследователей отмечается необходимость формирования единой информационной базы данных о работоспособности систем противопожарной защиты на различных этапах их жизненного цикла [5, с. 15].

По итогам изучения актуальных научных публикаций, авторами были определены основные векторы развития автоматизированных систем пожаротушения.

1. На российском рынке систем пожарной автоматики наблюдается активный процесс замещения импортной продукции отечественными аналогами. Увеличивается доля российских производителей, при этом ужесточаются законодательные нормы. В 2024 году рыночный объем данного сегмента составил 55 миллиардов рублей, а на трех ведущих игроков приходится 82 % всех продаж [1].

2. Роботизированные комплексы для тушения пожаров существенно превосходят традиционные спринклерные системы по важным показателям. Время реагирования сокращается с 3-5 минут до 25-30 секунд, обеспечивается точечная подача огнетушащего вещества, а расчетное время блокирования путей эвакуации увеличивается с 3,5 до 10 минут [2; 8].

3. Применение компьютерного зрения и искусственного интеллекта позволяет перейти от простого обнаружения возгораний к прогностическому анализу. Это дает возможность выявлять пред пожарные ситуации на основе анализа состава воздуха и концентрации газовых примесей [4; 7].

4. Беспилотные летательные аппараты представляют собой перспективный инструмент для контроля и тушения пожаров, особенно в труднодоступных районах и при возгораниях в многоэтажных зданиях [6].

5. Дальнейшие научные изыскания должны быть сосредоточены на разработке методов коллективного управления роботизированными системами, повышении независимости наземных и летательных аппаратов-

роботов, а также на создании методики оценки комплексной результативности интеллектуальных систем пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чудакова, И. Пожарная отрасль — в огне реформ [Электронный ресурс] / И. Чудакова, Д. Воронин // РУБЕЖ. — 2025. — 20 апреля. — Режим доступа: <https://ru-bezh.ru/infografika/pozharnaya-otrasl-v-ogne-reform> (дата обращения: 12.04.2026).
2. Актерский, Ю. Е. Сравнительный анализ эффективности роботизированных и традиционных установок пожаротушения при защите закрытых спортивных объектов с массовым пребыванием людей [Текст] / Ю. Е. Актерский, Т. Н. Трубникова // Молодой ученый. — 2025. — № 44 (595). — С. 421-423.
3. The State of the Art in Ground Robotic Complexes for Automatic Fire Suppression: A Comprehensive Review [Текст] // Science at Lviv Polytechnic National University. — 2025. — 29 December. — Режим доступа: <https://science.lpnu.ua/uk/node/41585> (дата обращения: 12.04.2026).
4. Шорин, Д. А. Интеллектуальная система пожарной сигнализации на основе современных технологий [Электронный ресурс] / Д. А. Шорин, А. С. Митрофанов // Портал пожарной и промышленной безопасности. — 2025. — 27 мая. — Режим доступа: <https://portal.edufire37.ru/articles/884> (дата обращения: 12.04.2026).
5. Соколов, С. В. Метод оценки функциональных характеристик систем пожарной автоматики многоквартирных жилых домов [Текст] / С. В. Соколов, Д. В. Костюченко // Пожарная безопасность. — 2024. — № 3. — С. 11-22.
6. Pinedo Pimentel, R. H. Leveraging Drones for High-Rise Fire Emergencies: A Systematic Review on People Detection and Fire Mitigation Mechanisms [Текст] / R. H. Pinedo Pimentel, F. M. Santos López, J. Balbuena // International Conference on Applied Technologies, ICAT 2024, Revised Selected Papers. — Springer, 2025. — P. 180-195.
7. Loboichenko, V. Review of Advances in Fire Extinguishing Based on Computer Vision Applications: Methods, Challenges, and Future Directions [Текст] / V. Loboichenko [et al.] // Sensors. — 2025. — Vol. 25, No. 20. — P. 6399. — DOI: 10.3390/s25206399.
8. Горбань, Ю. И. Роботизированные установки пожаротушения. Параметры эффективного тушения [Текст] / Ю. И. Горбань, С. Г. Немчинов, С. Г. Цариченко, А. А. Туровский // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. — 2023. — Т. 32, № 4. — С. 58-67. — DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.04.58-67.

УДК 004.8:614.84:316.77

В.П. Гаврюшенко

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОГО КОНТЕНТА В СИСТЕМЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОПАГАНДЫ

Аннотация: в статье анализируются ограничения традиционных форматов противопожарной пропаганды (печатные памятки, статичные видео, унифицированные лекции), вызванные неоднородностью целевой аудитории. Обосновывается переход к адаптивному контенту, создаваемому с помощью генеративных моделей искусственного интеллекта (больших языковых моделей, диффузионных сетей, нейросетевых синтезаторов речи и видео). Показано, что такой подход позволяет автоматически формировать тексты, изображения, аудио- и видеоматериалы, релевантные возрасту, социальному статусу, культурным особенностям и даже типу жилья конкретного человека или группы. Приводится обобщенная схема обработки данных, генерации, верификации и доставки контента. Делается вывод о целесообразности внедрения генеративного ИИ в существующие инженерные системы оповещения и обучения для повышения эффективности пропаганды без кратного увеличения трудозатрат специалистов.

Ключевые слова: генеративный искусственный интеллект, адаптивный контент, противопожарная пропаганда, нейросети, диффузионные модели, персонализация, пожарная безопасность.

V.P. Gavryushenko

GENERATIVE AI AS A TOOL FOR CREATING ADAPTIVE CONTENT IN THE FIRE WARNING SYSTEM

Annotation: the article analyzes the limitations of traditional formats for fire prevention propaganda (printed memos, static videos, and unified lectures) caused by the heterogeneity of the target audience. It substantiates the transition to adaptive content created using generative AI models (large language models, diffusion networks, and neural network speech and video synthesizers). It is shown that this approach allows for the automatic generation of texts, images, audio, and video materials that are relevant to the age, social status, cultural background, and even the type of housing of a specific individual or group. A generalized scheme of data processing, generation, verification, and content delivery is presented. It is concluded that it is advisable to implement generative AI in existing engineering systems for alerting and training to increase the effectiveness of propaganda without a multiple increase in labor costs of specialists.

Keywords: generative artificial intelligence, adaptive content, fire prevention propaganda, neural networks, diffusion models, personalization, fire safety.

Противопожарная пропаганда традиционно опирается на подготовку ограниченного набора материалов (плакатов, листовок, видеороликов, лекций-презентаций). Однако массовое тиражирование типовых материалов не учитывает разницу в когнитивных способностях, мотивации, уровне тревожности и даже в языке между разными группами населения. Пенсионеры с нарушением зрения не подходит мелкий шрифт памятки, ребёнок не воспринимает «сухой» текст инструкции, мигрант не понимает локальных идиом и культурных отсылок. Как следствие, значительная часть профилактических усилий оказывается малоэффективной.

Современные инженерные системы обеспечения пожарной безопасности (автоматическая пожарная сигнализация, системы оповещения и управления эвакуацией (далее – СОУЭ), системы дымоудаления, «умные» домофоны, мобильные приложения) обладают технической возможностью доставлять персонализированную информацию. Но наполнение этих цифровых каналов связи контентом остается фиксированным ручным, затратным и статичным. Генеративный искусственный интеллект (Generative AI) (далее – ИИ) позволяет кардинально изменить ситуацию, создавая не просто разные носители (текст, графику, звук и видео), а адаптивный контент, который подстраивается под параметры конкретного получателя в реальном времени [4]. Это открывает новые возможности для пропаганды – адаптивную противопожарную пропаганду.

Адаптивный контент – это информационное сообщение, чья форма, язык, объем, канал доставки и время предъявления динамически изменяются в зависимости от характеристик реципиента. В отличие от простого перевода или изменения шрифта, адаптация с помощью генеративного ИИ подразумевает смысловую перестройку материала [2]. Например, для ребёнка 7 лет это может быть короткий мультфильм, где антропоморфный огнетушитель объясняет, как выбежать из комнаты в случае пожара; для пенсионера с тугоухостью – видеоролик с субтитрами крупным шрифтом и медленным проговариванием информации; для офисного сотрудника, работающего в бизнес-центре – инфографика на экране лифта с планом эвакуации именно этого этажа, сгенерированная по данным BIM-модели здания.

Технологическая основа современных генеративных моделей работает на базе нескольких типов нейросетей (см. табл. 1).

Данные модели могут работать локально (на серверах МЧС России) без передачи данных вовне, что критично для обеспечения информационной безопасности.

Таблица 1. Генеративные модели

№ п/п	Тип модели	Примеры	Применение в противопожарной пропаганде
1.	Большие языковые модели (LLM)	GPT-4, Qwen, YandexGPT, Saiga	Создание текстов инструкций, сценариев оповещения, чек-листов, ответов на вопросы
2.	Диффузионные модели	Kandinsky 3.0, Stable Diffusion, Midjourney	Генерация плакатов, комиксов, схем эвакуации в заданной стилистике
3.	Нейросетевой синтез речи	VALL-E, Tacotron, Silero	Озвучивание инструкции с использованием голосового синтеза с параметрами, приближенными к восприятию «своего» голоса
4.	Генерация видео	Sora, Runway Gen-2, Pika Labs	Создание коротких (5-15 сек) анимаций опасных ситуаций

Исследуем отличия генеративного ИИ от традиционных методов создания контента. Классическая пропаганда использует «ручной» дизайн и тиражирование. Генеративный ИИ (на основе GPT, Stable Diffusion, Sora, MusicLM) способен синтезировать текст на любом языке и уровне сложности, создавать изображения с заданными атрибутами (пожилой человек, ребёнок, конкретная планировка квартиры), генерировать короткие видео и анимацию с моделированием пожароопасных ситуаций, производить аудиодорожки с нужным тембром голоса, интонацией и фоновым шумом (например, звук работающего пожарного извещателя).

Ключевое свойство здесь адаптивность. Нейросеть может изменить цвет, шрифт, сюжет, длительность сообщения в зависимости от профиля пользователя без участия человека [3].

На основании вышеизложенного, автором предлагается следующая многоуровневая модель системы адаптивной пропаганды «FireGenAI». Процесс создания адаптивного контента представлен на рисунке.

На первом уровне на основе открытых данных (возраст, тип жилья, наличие детей (животных), прошлые нарушения ППБ (анонимизированно), предпочитаемый канал информирования, например, СМС, push-уведомления, голосовое оповещение) происходит сбор исходных данных, формируется цифровой профиль. Используется классификатор на основе градиентного бустинга или малой LLM (генеративные языковые модели искусственного интеллекта – large language model [1]).



Рисунок. Архитектура системы адаптивной пропаганды «FireGenAI»

Далее осуществляется анализ и формирование запроса (промта) с учетом кластеризация аудитории, определение формата (текст, картинка, аудио), тональности (спокойная, срочная) и ключевых элементов.

На третьем уровне происходит генерация черновика. LLM (например, текстовый генератор на базе Qwen-72B или российского Saiga, Mistral) пишет текст, диффузионная модель рисует иллюстрацию, синтезатор речи создаёт аудиодорожку по заданному промту.

Например, создаётся инструкция «действия при загорании телевизора» в трёх версиях (для школьника в игровом стиле), для пенсионера (крупный шрифт, короткие фразы), для офисного сотрудника (лаконичный чек-лист). Визуальный генератор (Kandinsky 3.0, Stable Diffusion XL) рисует плакат «Не оставляйте уют включённым», где комната стилизована под реальную кухню пользователя (по фотографии с его согласия) или под типовой интерьер социального жилья. Аудио и видео генератор (модели типа VALL-E + Runway Gen-2) создаёт 15-секундный ролик, в котором диктор объясняет эвакуацию из конкретного подъезда.

На четвертом уровне проводится верификация – автоматическая проверка на наличие опасных (некорректных) советов (например, «вернись за документами»), соответствие действующим нормативным правовым документам, отсутствие травмирующих образов для детей. При неудовлетворительном результате производится повторная генерация.

На пятом уровне контент передаётся через выбранный канал связи (СОУЭ, как голосовое сообщение через динамики, в мобильное приложение «МЧС России», на экран «умного» домофона или в мессенджер). Краткая об-

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

ратная связь, реализуемая, например через нажатие кнопки «Понятно», время досмотра видео, поступает в модуль обучения генератора для дообучения. Необходимой составляющей при этом является получение обратной связи, которая может выражаться через фиксацию факта прочтения (просмотра), короткий опрос («Вам понятна инструкция?»). Полученные результаты используются для дообучения моделей. Важно, что весь цикл занимает секунды, а не дни, как при создании материалов в ручном режиме.

Примеры практической реализации представлены в табл. 2.

При этом генеративный ИИ не существует изолированно. Его интеграция с существующими инженерными системами может оказать синергетический эффект (см. табл. 3).

Таблица 2. Примеры практической реализации

№ п/п	Пример	Описание
1.	Адаптивная памятка для многодетной семьи	Система генерирует комикс на 4 панели. Вместо абстрактной «неисправной розетки» изображена точная модель розетки, распространённой в домах серии П-44Т (по данным ЖКХ района). Персонажи – родитель и двое детей с характерной одеждой. Текст: «Мама, когда услышишь писк – выводи нас на улицу, не ищи документы». Дополнительно ИИ автоматически переводит текст на татарский язык (если семья билингвальна)
2.	Голосовая инструкция для пожилого человека с лёгкими когнитивными нарушениями	Генератор создаёт аудиофайл длительностью 40 секунд (вместо стандартных 15) с замедленным темпом речи, повторением ключевых фраз дважды и добавлением звуковых маркеров (звук захлопывающейся двери перед фразой «закройте дверь в комнату»). Фоновый шум отсутствует, частота голоса – низкая (лучше воспринимается возрастной аудиторией)

Таблица 3. Примеры практической реализации

№ п/п	Инженерная система	Как интегрируется генеративный ИИ
1.	СОУЭ (речевое оповещение)	Динамическая замена скриптов оповещения: нейросеть подбирает слова под уровень паники (по голосу)
2.	«Умный» пожарный извещатель	При срабатывании датчика ИИ генерирует персонализированное SMS с картинкой пути эвакуации из конкретной квартиры
3.	Пульт охраны (ЕДДС)	Автоматическая генерация краткой сводки для диспетчера с визуализацией зон риска на плане объекта

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

№ п/п	Инженерная система	Как интегрируется генеративный ИИ
4.	Мобильное приложение МЧС России	Пользователь получает не статичный раздел «памятки», а ежедневно меняющийся контент, сгенерированный под его привычки

Традиционные методы противопожарной пропаганды часто используют статичные форматы пропаганды, которые часто не учитывают контекст, интересы и уровень знаний аудитории. Генеративный ИИ позволяет создавать динамический контент, адаптивные тексты, интерактивные симуляции, персонализированные рекомендации, которые меняются в зависимости от действий пользователя, его демографических характеристик, предыдущего опыта взаимодействия. Например, нейросети могут генерировать анимации, демонстрирующие последствия неправильного обращения с огнём.

На основе опыта американской компании-производителя датчиков угарного газа, которая с помощью ИИ-анимации создала серию «хоррор-роликов», где «злодеем» был угарный газ, что позволило увеличить охват кампании на 30% по сравнению с традиционными роликами. Исследования подтверждают, что визуальные элементы (изображения, инфографика, видео) значительно повышают вовлечённость и запоминаемость информации [5]. Адаптивные технологии, включая ИИ, позволяют создавать контент, который подстраивается под параметры аудитории, улучшая пользовательский опыт [2].

Разработанная архитектура «FireGenAI» демонстрирует технологическую реализуемость на существующих открытых моделях (Kandinsky, Qwen, VALL-E) с возможностью локального развёртывания в контуре МЧС России без обязательного выхода в интернет.

Интеграция генеративных моделей с инженерными системами (СОУЭ, извещатели, «умные» домофоны) превращает пропаганду из статичного формата в динамический контур обратной связи, реагирующий на реальные риски и поведение человека. Дополнительно рекомендовано создание отраслевого датасета «FireProp-RU» (маркированные изображения пожароопасных ситуаций, тексты инструкций, аудиопримеры) для дообучения генеративных моделей под задачи МЧС России.

Важно подчеркнуть, генеративный ИИ не заменяет пропагандиста, а становится его высокопроизводительным инструментом, оптимизируя операционную нагрузку на специалиста за счёт автоматизации генерации контента, что позволяет перераспределить его компетенции на стратегическое планирование и креативное проектирование.

Перспективы дальнейших исследований в данной области ориентированы на создание верификатора достоверности сгенерированного контента и проведение специализированных эмпирических исследований: проведение эксперимента, в котором будет проведено сравнение эффективности традици-

онных и адаптивных генерируемых ИИ материалов на репрезентативной выборке целевой аудитории. Такие исследования могут включать:

- измерение времени взаимодействия с контентом;
- измерение уровня запоминания информации;
- изменений в поведении (например, частоты соблюдения правил пожарной безопасности) и других метрик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сони́на О. Н. Использование генеративных моделей ИИ в сфере пожарной профилактики – перспективы и вызовы // Портал Edufire37.ru. 2026. URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/1046> (дата обращения: 10.04.2026).
2. Агеев Н.Я., Докучаев Д.А., Дубовик И.А., Марченко О.П. Влияние использования различных типов учебных материалов на характеристики учебной деятельности: обзор современных исследований // Психологическая наука и образование. 2025. том 30. №6.
3. Мишункина М. Н., Орлова Е. С. Проблемы и тренды развития интерактивных методов работы с читателями в цифровой среде // Вопросы медиабизнеса. 2025. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-trendy-razvitiya-interaktivnyh-metodov-raboty-s-chitatelnyami-v-tsifrovoy-srede-1> (дата обращения: 16.04.2026).
4. Алексеев Д. В. Влияние персонализации контента на пользовательский опыт и вовлечённость посетителей // Интернет-маркетинг. 2024. №2. С.88–96. URL: <https://grebennikon.ru/article-06d6.html> (дата обращения: 16.04.2026).
5. Аннаева А. Р., Бабылова Б. Ч., Батыров Ы. Б., Довлетгелдиев С. Д. Применение принципов адаптивного веб-дизайна для улучшения пользовательского опыта // Символ науки. 2023. №11-1-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-principov-adaptivnogo-veb-dizayna-dlya-uluchsheniya-polzovatelskogo-opyta> (дата обращения: 16.04.2026).

УДК 004.8:614.842.6

В.П. Гаврюшенко

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПРЕДИКТИВНАЯ ПРОПАГАНДА: ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: в статье рассматривается проблема низкой вовлеченности целевых групп через классические форматы противопожарной пропаганды (памятки, лекции, плакаты). Предлагается новая концепция – «предиктивная пропаганда» на основе

технологий искусственного интеллекта. Автором проанализирована возможность использования нейросетевых моделей для анализа реакции реципиентов на контент, прогнозирования вероятности изменения поведения и автоматической генерации персонализированных материалов. Статья адресована специалистам отделов профилактики и пропаганды, а также разработчикам инженерных систем, интегрирующих «человеческий фактор» в контур безопасности.

Ключевые слова: противопожарная пропаганда, искусственный интеллект, нейросети, предиктивная аналитика, пожарная безопасность, человеческий фактор, адаптивный контент.

V.P. Gavryushenko

PREDICTIVE PROPAGANDA: USING NEURAL NETWORK MODELS TO PREDICT THE EFFECTIVENESS OF FIRE SAFETY TRAINING MATERIALS

Abstracts: the article discusses the problem of low engagement of target groups through classical formats of fire prevention propaganda (memos, lectures, posters). A new concept is proposed – “predictive propaganda” based on AI technologies. The author analyzes the possibility of using neural network models to analyze the reaction of recipients to the content, predict the probability of changing behavior and automatically generate personalized materials. The article is addressed to specialists of prevention and propaganda departments, as well as developers of engineering systems integrating the “human factor” into the safety contour.

Keywords: fire prevention propaganda, artificial intelligence, neural networks, predictive analytics, fire safety, human factor, and adaptive content.

Традиционная противопожарная пропаганда долгое время строилась по принципу «один формат для всех»: лекция в школе, инструктаж на предприятии, памятка в подъезде. Однако, как показывает статистика МЧС России, более 70 % пожаров происходят из-за осознанного пренебрежения правилами [1], а не из-за отсутствия знаний. «Знаю, но не делаю» – ключевой разрыв между знанием и реальным поведением, который не устраняют классические методы агитации.

Современные инженерные системы обеспечения пожарной безопасности (АПС, СОУЭ, пожаротушение) уже интегрируются с «цифрой». Но «слабым» звеном остается человек. Технологии искусственного интеллекта (далее – ИИ) позволяют перейти от массовой рассылки информации к адаптивной персональной пропаганде, где контент, канал связи и время доставки подбираются с учетом конкретного реципиента на основе его цифрового следа [2] и поведенческих паттернов [3].

Предлагаемая автором концепция предиктивной пропаганды «PrognozFire-PR» (теоретическая модель) включает три блока:

1. Аналитический модуль (производит анализ рисков аудитории). На основе данных опросов, аварийности в районе, социально-демографических параметров (возраст, образование, тип жилья) нейросеть кластеризует целевую аудиторию. Например:

- кластер А: пенсионеры (высокий риск забывчивости, неосторожное обращение с газом/электроприборами);
- кластер Б: родители с детьми (риск игр с огнем, захламление путей эвакуации колясками);
- кластер В: арендаторы (низкая ответственность за противопожарное состояние съёмного жилья).

2. Генеративный модуль (осуществляет создание контента). ИИ (например, модель типа GPT-4 или Kandinsky для графики) генерирует персонализированные материалы:

- для пенсионеров: используется крупный шрифт, голосовые сообщения в мессенджеры с четким алгоритмом действий.
- для детей: интерактивные квесты с геймификацией, где нейросеть динамически меняет сценарий в зависимости от выбора ребенка (например, симулятор «Опасная комната»).
- для мигрантов (туристов): автоматический перевод памятки на родной язык с адаптацией картинок под культурные коды (например, учет местного типа отопления).

3. Предиктивный модуль (проводит оценку эффективности). Нейросеть обучается на исторических данных, какие именно картинки, формулировки и каналы связи (СМС, соцсети, голосовые сообщения) приводили к реальному снижению случаев отказа от курения в постели или установки пожарных извещателей.

Предложенный подход к предиктивной пропаганде реализуется через замкнутый цикл взаимодействия «пользователь – система», который обеспечивает динамическую адаптацию обучающих материалов в режиме реального времени.

Реализация алгоритма в реальных условиях осуществляется следующим образом.

Шаг 1. Предоставление персонализированного обучающего контента. Пользователь получает обучающий видеоролик по правилам пожарной безопасности, сгенерированный с помощью генеративной нейросетевой модели. Видео адаптировано под:

- демографические характеристики пользователя (возраст, профессия);
- предыдущий уровень знаний (на основе предварительного тестирования или истории обучения);

- контекст обучения (место, устройство, время суток).

Шаг 2. Сбор биометрических и поведенческих данных. В процессе просмотра система фиксирует объективные показатели вовлечённости и усвоения информации:

- микромимика лица (анализ эмоциональных реакций: интерес, недоумение, скука) с помощью алгоритмов компьютерного зрения (например, OpenCV, Face API);
- время удержания внимания (фиксация отвлечения взгляда от экрана);
- частота морганий и расширение зрачков (косвенные индикаторы когнитивной нагрузки);
- длительность пауз и перемоток видео.

Данные собираются с согласия пользователя через камеру смартфона или веб-камеру стационарного компьютера.

Шаг 3. Предиктивный анализ и принятие решения. Полученные данные поступают в предиктивную нейросетевую модель (например, на базе LSTM), которая:

- классифицирует уровень усвоения материала (высокий, средний, низкий);
- выявляет конкретные проблемные зоны (не понял правило эвакуации, перепутал порядок действий);
- оценивает вероятность применения знаний на практике.

Модель обучается на массиве размеченных данных (видео просмотров с последующей проверкой знаний (тесты, симуляции) и экспертными оценками).

Шаг 4. Динамическая адаптация контента. На основе прогноза нейросети система мгновенно генерирует альтернативный обучающий материал, учитывающий выявленные пробелы. Варианты адаптации могут быть выражены как:

- упрощение языка и структуры изложения;
- добавление визуальных метафор и аналогий;
- смена формата (видео → инфографика → интерактивный квиз);
- фокусировка на конкретном правиле (например, детальная анимация пути эвакуации);
- включение ситуационных задач («Что делать, если дверь в коридор горячая?»).

Шаг 5. Цикл обратной связи и накопление данных. Процесс повторяется: пользователь взаимодействует с новым материалом, система собирает данные, модель уточняет прогноз. Накопленная информация используется для:

- дообучения предиктивной модели (повышение точности прогнозов);
- формирования базы типовых сценариев адаптации;
- выявления общих закономерностей усвоения правил пожарной безопасности разными группами населения.

Рассмотрим технические и этические аспекты внедрения предложенной модели. Техническая инфраструктура может быть реализована посредством клиентской части (мобильное приложение, веб-платформа) для воспроизведения контента и сбора данных и серверной части с нейросетевыми моделями (предиктивной и генеративной), защищённым хранилищем, где обрабатываются данные с соблюдением требований Федерального закона от 27 июня 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» [4].

При этом этические гарантии должны быть обеспечены через:

- добровольное согласие пользователя на сбор биометрических данных;
- анонимизацию данных для обучения моделей;
- прозрачность алгоритмов (возможность объяснить, почему предложен тот или иной материал).

Предложенный подход имеет ряд объективных ограничений, которые необходимо учитывать при его внедрении:

- зависимость от качества видеосигнала и освещения;
- культурные различия в проявлении микромимики;
- необходимость регулярного переобучения моделей на новых данных.

Такой подход трансформирует пропаганду пожарной безопасности из статичной передачи информации в динамический процесс [5] персонализированного обучения с измеримой эффективностью.

Таким образом, применение ИИ в противопожарной пропаганде позволяет перейти от экстенсивного (охват всех) к интенсивному (глубокое убеждение каждого) методу воздействия.

Автоматическая генерация персонализированных инструкций снижает трудозатраты и обеспечивая оптимизацию ресурсных затрат (ресурсосбережение) в деятельности специалиста по пропаганде.

В условиях развития комплексной безопасности, интеграция ИИ в инженерные системы должна дополняться «цифровым гуманитарным звеном» – пропагандой нового поколения.

Дальнейшие исследования в рассматриваемой предметной области целесообразно направить на разработку математической модели оценки эффективности пропаганды (коэффициент усвоения K_{ai}), учитывающей не только факт ознакомления, но и моделирующую возможные траектории изменения поведенческих установок в различных коммуникационных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МЧС России. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2025 г. / МЧС России. Москва, 2026. 17 с.

2. Гаранина П.В., Драган В.В. Перспективы генерации контента в областях с низким уровнем медийности с применением нейросетей // Вопросы медиабизнеса. 2024. Т. 3. №. 3. С. 39–51.

3. Примаков В.Л. Медиатизация как фактор социальной регуляции и манипуляции // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Общественные науки. 2020. №. 2 (839). С. 204–218.

4. Федеральный закон от 27 июня 2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных» // Справочно-правовая система Гарант: сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404666305/> (дата обращения: 22.04.2026).

5. Салихова Е.А. Игровые форматы контента в российских медиа // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2024. №. 1. С. 3–28.

УДК 614.841.315

А.А. Ганченков, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ ОТ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Аннотация: В статье приводятся основные результаты работы, направленной на разработку предложений, направленных на предупреждение возникновения пожаров от бытовых электротехнических устройств на территории поселка Приморск, Волгоградской области.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, электротехнические причины пожара, предупреждение пожаров.

A.A. Ganchenkov, S.N. Ulyeva, A.L. Nikiforov

ON THE MAIN RESULTS OF WORK ON DEVELOPING PROPOSALS AIMED AT PREVENTING FIRES CAUSED BY HOUSEHOLD ELECTRICAL DEVICES

Abstracts: The article presents the main results of work aimed at developing proposals aimed at preventing fires caused by household electrical devices in the village of Primorsk, Volgograd Region.

Keywords: fire, fire safety, electrical causes of fire, and fire prevention.

Пожары, возникающие по причине неправильной эксплуатации бытовых

электротехнических устройств, являются одними из наиболее распространенных пожаров [1-3].

Современному человеку в повседневной деятельности невозможно обойтись без электрических приборов и оборудования. Быстрый ритм жизни требует широкого применения разнообразной техники, облегчающей выполнение как повседневных бытовых дел, так и решение профессиональных задач. Использование такой техники в разы повышает эффективность труда и обеспечивает комфортный отдых.

Электротехническое устройство (электрический прибор, электроприбор) — это техническое устройство, приводимое в действие с помощью электричества и выполняющее некоторую полезную работу, которая может выражаться в виде механической работы, выделения теплоты и др. или предназначенное для обеспечения работы других электроприборов.

К основным причинам пожаров при эксплуатации электрических бытовых приборов относятся нарушение правил эксплуатации или использование неисправных электроприборов, оставление без присмотра приборов, небрежность при самостоятельном ремонте электроприборов.

Рассмотрим статистические данные по пожарам и их последствиям, произошедшим в Волгоградской области (рис. 1-3).

Анализ информации, представленной на диаграммах (рис. 1-3) позволяет сделать вывод, что каждый год на территории региона происходит в среднем 7594 пожара, на которых погибает 127 человека. Ежегодный средний ущерб от пожаров составлял 55123 тыс. рублей.

Следует отметить, что более половины пожаров в регионе, фиксируется в сельской местности, количество погибших на пожарах в субъекте и материальный ущерб в сельской местности также преобладают над аналогичными показателями в городской части региона.

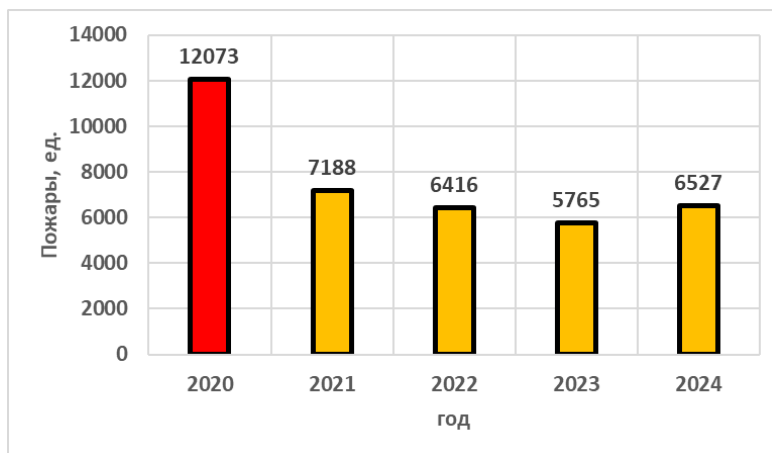


**Рис. 1. Пожары, произошедшие с 2020 по 2024 гг.
на территории Волгоградской области**

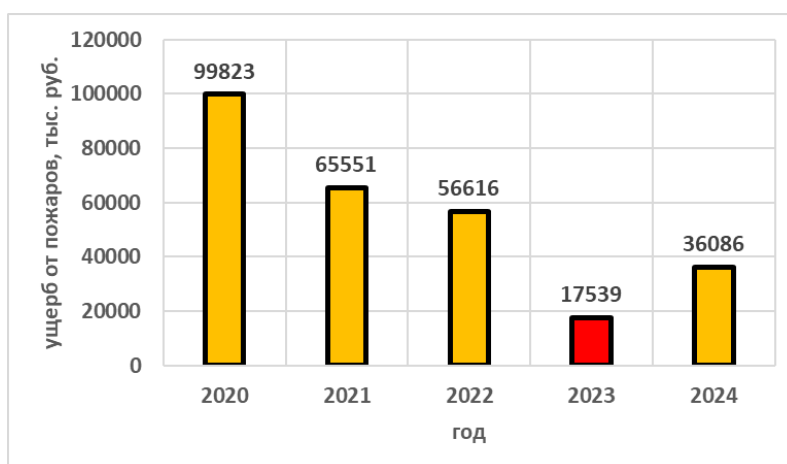


Рис. 2. Материальный ущерб от пожаров, произошедших с 2020 по 2024 гг. на территории Волгоградской области

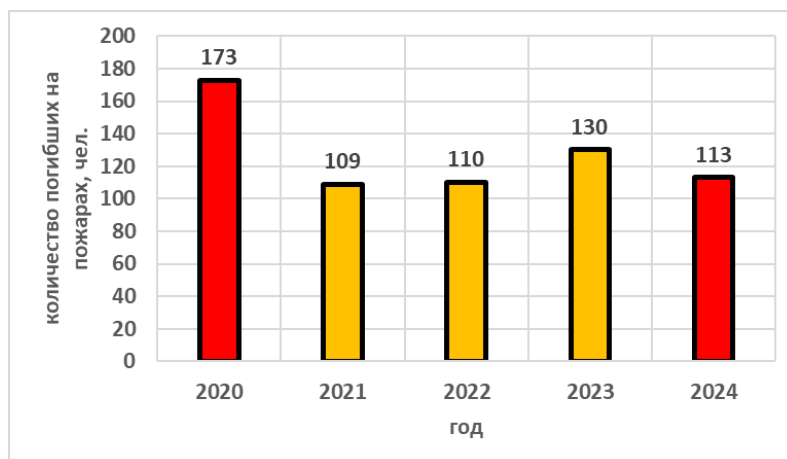


Рис. 3. Количество людей, погибших на пожарах, произошедших с 2020 по 2024 гг. на территории Волгоградской области

По информации, содержащейся в докладе по обзору результатов обобщения и анализа правоприменительной практики при осуществлении государственного надзора (контроля) МЧС России по Волгоградской области за 2024 год, отмечается, что основными причинами пожаров в регионе являются неосторожное обращение с огнем и нарушения правил эксплуатации бытовых электротехнических приборов и электрической проводки [4].

На основе анализ статистических данных о пожарах, произошедших на территории Волгоградской области, принято решение о проведении исследования, направленного на определение уровня знаний у граждан региона по вопросам безопасной эксплуатации бытовых электрических приборов, а также знания порядка действий при пожаре в жилом помещении.

Указанное исследование проводилось в ходе прохождения преддипломной практики в подразделении органа федерального государственного пожарного надзора МЧС России Волгоградской области.

Исследование проводилось среди граждан, проживающих в посёлке Приморск в составе Быковского района Волгоградской области (население района составляет 3159 чел.).

Выдвинута гипотеза: пожары, причиной которых является неправильная эксплуатация бытовых электрических приборов, возникают ввиду низкого уровня знаний граждан по данному вопросу и низкой культуры пожаробезопасного поведения населения в целом. Для подтверждения или опровержения гипотезы было проведено исследование, путем анкетирования.

Анкетирование проводилась по вопросам, разделенных на два блока:

1-й блок, включал вопросы о порядке действий граждан при пожаре в жилом помещении;

2-й блок, включал вопросы поведения профилактики пожаров от бытовых электротехнических приборов в жилом помещении и их безопасной эксплуатации.

Диаграмма (рис. 4) показывает общий уровень знаний респондентов о действиях при пожаре в жилом помещении.

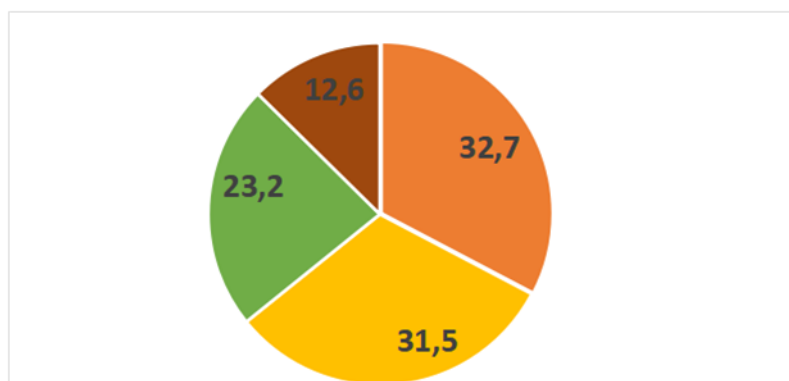


Рис. 4. Уровень знаний респондентов (в процентах) по первому блоку анкеты (неудовлетворительный уровень — 32,7 %, удовлетворительный — 31,5 %, хороший — 23,2 %, отличный — 12,6 %)

Диаграмма (рис. 5) показывает общий уровень знаний респондентов о порядке проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации.

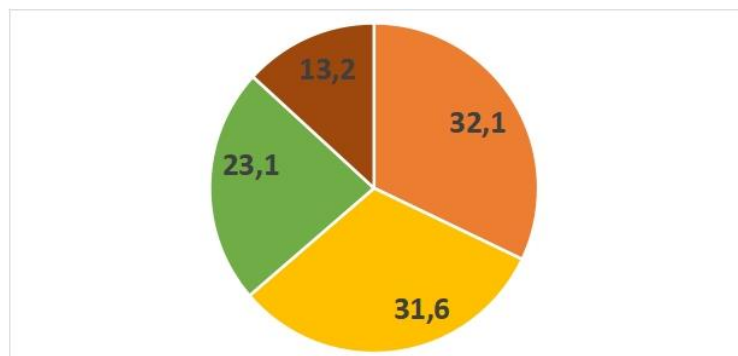


Рис. 5. Уровень знаний респондентов (в процентах) по второму блоку анкеты (неудовлетворительный уровень — 32,1 %, удовлетворительный — 31,6 %, хороший — 23,1 %, отличный — 13,2 %)

Как видно на диаграмме (рис. 5) высокий процент респондентов (32,7 %) от общего числа опрошенных граждан, проживающих в пос. Приморск, имеет неудовлетворительный уровень знаний по действиям в случае возникновения пожара.

Еще 31,5 % опрошенных граждан владеют информацией действиях при пожаре на удовлетворительном уровне, 23,2 % опрошенных граждан владеют информацией о действиях при пожаре на хорошем уровне.

И всего 12,6 % от общего числа опрошенных респондентов владеют информацией о действиях при пожаре на отличном уровне.

В целом, проведенное анкетирование позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время в работе, направленной на обеспечение пожарной безопасности на территории пос. Приморск, фактически отсутствует системный подход по проведению профилактических мероприятий, направленных на повышение уровня знаний у населения по действиям в случае возникновения пожара в жилом помещении (здании).

Как видно на диаграмме (рис. 5) высокий процент респондентов (32,1 %) от общего числа опрошенных граждан, проживающих в пос. Приморск, имеет неудовлетворительный уровень знаний о порядке проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации.

Еще 31,6 % опрошенных граждан владеют информацией о порядке проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации на удовлетворительном уровне, 23,1 % опрошенных граждан владеют информацией о порядке проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации на хорошем уровне.

И всего 13,2 % от общего числа опрошенных респондентов владеют информацией о порядке проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации на отличном уровне.

Необходимо отметить, что, удовлетворительный (хороший, отличный) уровень знаний респондента еще не говорит о том, что владелец жилья (арендатор) на постоянной основе соблюдает требования пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электрических приборов, и проводит профилактику или визуальный осмотр своего (либо арендуемого) жилого помещения на предмет наличия неисправностей в электротехнических системах, которые потенциально могут привести к возникновению пожара.

В целом, проведенное анкетирование позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время в работе, направленной на обеспечение пожарной безопасности на территории пос. Приморск, фактически отсутствует системный подход по проведению профилактических мероприятий, направленных на повышение уровня знаний у населения по порядку проведения профилактики состояния электрического оборудования в жилом помещении и его безопасной эксплуатации в жилом помещении (здании).

Таким образом, результаты исследования, в целом коррелируют с процентным соотношением статистического распределения пожаров, которые возникают по причине неправильной эксплуатации электрических приборов и электрической проводки (как постоянной, так и временной).

Следовательно, необходимо совершенствование профилактической работы, направленной на предупреждение возникновения пожаров от бытовых электротехнических устройств.

С учетом результатов проведенного исследования, рекомендуется проводить более активную работу по информированию граждан. Для этого требуется организация регулярных обучающих и разъясняющих мероприятий по изучению правил эксплуатации электроприборов и электросетей. Особое внимание следует уделять группам риска — пожилым людям, семьям с детьми.

Самим же гражданам рекомендуется выполнять следующие мероприятия профилактического характера:

- периодический контроль состояния и работоспособности аппаратов защиты электрической сети;
- применение термоиндикаторов и периодический контроль их состояния;
- периодическое проведение тепловизионной диагностики или диагностики сопротивления изоляции эксплуатируемого электрооборудования;
- контроль состояния исправности используемых электроприборов, электропроводки и электроустановочных изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков / И. А. Богданов, С. А. Шабунин, С. Н. Ульева [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4(45). – С. 64-70.
2. Оценка влияния старения полимеров на изменение их пожароопасных свойств / И. А. Богданов, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров, А. А. Краснов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2025. – № 1(54). – С. 5-11.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с
4. Обзор результатов обобщения и анализа правоприменительной практики при осуществлении государственного надзора (контроля) МЧС России по Волгоградской области за 2024 год.

УДК 614.8

С.Е. Глушко, П.В. Чистов, А.А. Апарин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ЗАТОПЛЕНИЕМ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ (В КОНТЕКСТЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ)

Аннотация: в статье предложена структура реляционной базы данных, включающая 25 атрибутов, охватывающих пространственные, временные, социально-экономические и оперативно-тактические характеристики чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением населённых пунктов в ночное время. Разрабатываемая база данных предназначена для информационной поддержки при анализе уязвимости территорий, оценки эффективности превентивных мероприятий и визуализации данных в геоинформационных системах при планировании превентивных мероприятий. Также возможна адаптация базы данных для рассмотрения ретроспективных данных об особенностях возникновения и ликвидации пожаров на различных объектах защиты при затоплении населенных пунктов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, наводнение, ночное время, база данных, превентивные мероприятия, пожары.

S.E. Glushko, P.V. Chistov, A.A. Aparin

**DEVELOPMENT OF A DATABASE OF EMERGENCIES RELATED
TO FLOODING OF SETTLEMENTS AT NIGHT
(IN THE CONTEXT OF FIRE SAFETY FACILITIES)**

Abstracts: The article proposes a relational database structure that includes 25 attributes covering spatial, temporal, socio-economic, and operational-tactical characteristics of emergencies related to flooding of settlements at night. The database being developed is designed to provide information support for the analysis of vulnerability of territories, assessment of the effectiveness of preventive measures and visualization of data in geographic information systems when planning preventive measures. It is also possible to adapt the database to consider retrospective data on the specifics of the occurrence and elimination of fires at various protection facilities during flooding of settlements.

Keywords: emergency, flood, night time, database, preventive measures, fires.

Каждый год в ходе возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера погибает большое количество людей. Согласно официальным статистическим данным на 2024 год, Российская Федерация находится на 16 месте (среди 184 стран мира) по количеству человек, проживающих на территории страны и при этом, подверженных высокому риску пострадать от наводнений [1]. К такой категории населения относят 12,9 % жителей или 18,394 млн человек. Первую тройку стран в данном рейтинге возглавляют Китай, Индия и Бангладеш, соответственно. Для того, чтобы понять, какие наводнения являются наиболее опасными и влекут большое количество жертв, был проведен анализ некоторых чрезвычайных ситуаций, возникших в результате наводнений на территории Российской Федерации [2-3]. Также было проведено исследование общественного мнения. была разработана анкета и проведен опрос населения из различных субъектов Российской Федерации и Республики Беларусь. Анкетирование проведено при использовании онлайн-инструмента для сбора информации «Yandex Forms» [4] (рис. 1 а).

Работа с респондентами проводилась в период с 01.03.2025 по 01.09.2025. Примечательно, что удалось охватить аудиторию опрошенных из Луганской Народной Республики. Всего в опросе приняло участие 108 человек из 28 различных регионов и 2 стран. Далее представлен анализ ответов респондентов на одни из ключевых вопросов, содержащихся в анкете. 1. На вопрос «Необходима ли разработка новых средств информирования населения при наводнениях» (рис. 1 б) большее количество опрошенных жителей Российской Федерации ответили «да». 2. Однако, полагаем, что без дополнительных критериев анализа утверждение будет не полностью раскрыто. Было предложено в качестве дополнительного критерия исследовать «уровень сна (имеется ввиду субъективного ощущения респондента о том, насколько чутко или, наоборот, крепко он спит). Большая часть участников опроса указала, что

сон их является крепким или близок к крепкому (рис. 1 в). Полученные ответы свидетельствуют о необходимости разработки дополнительных мер по повышению защищенности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением населенных пунктов в ночное время. В том числе к этой цели можно идти, исследуя возможности разработки решений в виде информационных продуктов (программ для ЭВМ и баз данных).



Рис. 1. Инфографика по проведенному опросу общественного мнения

После того как получены результаты анализа общественного мнения и была подтверждена актуальность развития темы, авторский коллектив настоящей статьи приступил к исследованию двух основных направлений:

1. Направление по разработке идеи прототипа приложения, целью которого является доведение информации о возможном затоплении населенного пункта в ночное время. Данное направление подробно было проанализировано в ряде публикаций [5-7] (приложение планируется применять в превентивном и оперативном режимах);

2. Направление по разработке базы данных чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением населённых пунктов в ночное время (рассмотрено в настоящей статье). База данных может быть применима для проведения превентивных мероприятий.

Цель разработки базы данных - сбор, хранение и анализ информации о наводнениях, произошедших в ночное время, а также создание информационной основы для визуализации пространственных данных с последующим применением геоинформационных систем.

Собранные данные могут быть полезны для решения локальных аналитических задач, например:

- анализ уязвимости регионов;
- анализ масштабов последствий наводнений (социальных, экономических, инфраструктурных и других);
- анализ эффективности превентивных и оперативных мероприятий;
- анализ необходимых направлений развития информационной поддержки принятия решений по планированию превентивных мероприятий.

Предполагаемая целевая аудитория:

1. Специалисты, занимающиеся изучением особенностей и прогнозированием чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением населенных пунктов; должностные лица, осуществляющие планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий наводнений;

2. Обучающиеся высших учебных заведений и ученые.

3. Иные заинтересованные лица.

Способ сбора информации: контент-анализ открытых источников информации с последующей структурной формализацией данных в полях соответствующих атрибутов базы данных.

В таблице представлена краткая характеристика атрибутов базы данных.

Таблица. Краткая характеристика атрибутов базы данных

№	Наименование атрибута	Краткая характеристика атрибута
1	Идентификатор	Уникальный числовой код записи
2	Тип ЧС	Классификация чрезвычайной ситуации
3	Источник ЧС	Классификация источников чрезвычайной ситуации
4	Федеральный округ	Макрорегион России, где произошла чрезвычайная ситуация
5	Субъект РФ	Конкретный регион (область, край, республика)
6	Населённый пункт	Название города, посёлка, села или нескольких пунктов, попавших в зону чрезвычайной ситуации
7	Координаты	Географические координаты в формате «широта, долгота». Базовый атрибут для визуализации в геоинформационных системах, построения тепловых карт и пространственного анализа
8	Дата	Календарная дата начала чрезвычайной ситуации в формате ДД.ММ.ГГ. Совместно с временем позволяет анализировать сезонность, строить хронологию и выявлять периоды года с максимальной частотой ночных затоплений.
9	Год	Год события в формате ГГГГ. Используется для многолетней статистики, трендового анализа и оценки изменения частоты/масштаба ЧС во времени

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

№	Наименование атрибута	Краткая характеристика атрибута
10	Численность населения в зоне подтопления	Количество людей, проживающих на затопленной территории
11	Площадь затопления	Территория, покрытая водой, в квадратных километрах
12	Описание ЧС	Краткое текстовое описание сути чрезвычайной ситуации. Содержит первичную информацию о типе и характере события, удобно для быстрого ознакомления и поиска по ключевым словам.
13	Механизм развития ЧС	Хронология и динамика развития чрезвычайной ситуации
14	Описание сопутствующих факторов	Метеоусловия, сейсмическая активность, состояние гидротехнических сооружений и т.д.
15	Последствия	Текстовое описание последствий по материалам средств массовой информации. Отражает реальную картину разрушений, социальный резонанс и гуманитарные аспекты, дополняя количественные показатели.
16	Пострадало человек, всего	Общее число травмированных и погибших людей
17	Погибло человек	Общее число погибших людей
18	Материальный ущерб, рубли	Экономический ущерб в денежном выражении.
19	Привлечено человек от МЧС России	Численность личного состава МЧС России, задействованного в ликвидации чрезвычайной ситуации
20	Привлечено техники от МЧС России	Количество единиц техники МЧС России (плавсредства, вертолёты, насосные станции и пр.)
21	Привлечено всего человек	Общая численность всех сил, участвовавших в ликвидации чрезвычайной ситуации
22	Привлечено всего техники	Суммарное количество техники от всех ведомств
23	Ход ликвидации последствий ЧС	Описание хода аварийно-спасательных работ, специфики ночных операций (освещение, тепловизоры, эвакуация). Содержит информацию о тактике и методах, критически важных для обобщения опыта
24	Предупредительные мероприятия	Перечень превентивных мер (оповещение, укрепление дамб, мониторинг). Анализ этого поля позволяет оценить, насколько реализованные мероприятия снизили или не снизили тяжесть последствий
25	Источники информации	Ссылки на СМИ и официальные отчёты через точку с запятой. Обеспечивают верифицируемость данных, возможность углублённого изучения и цитирования при подготовке аналитических материалов

После определения набора атрибутов была разработана реляционная модель данных, которая в виде схемы представлена на рис. 2.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

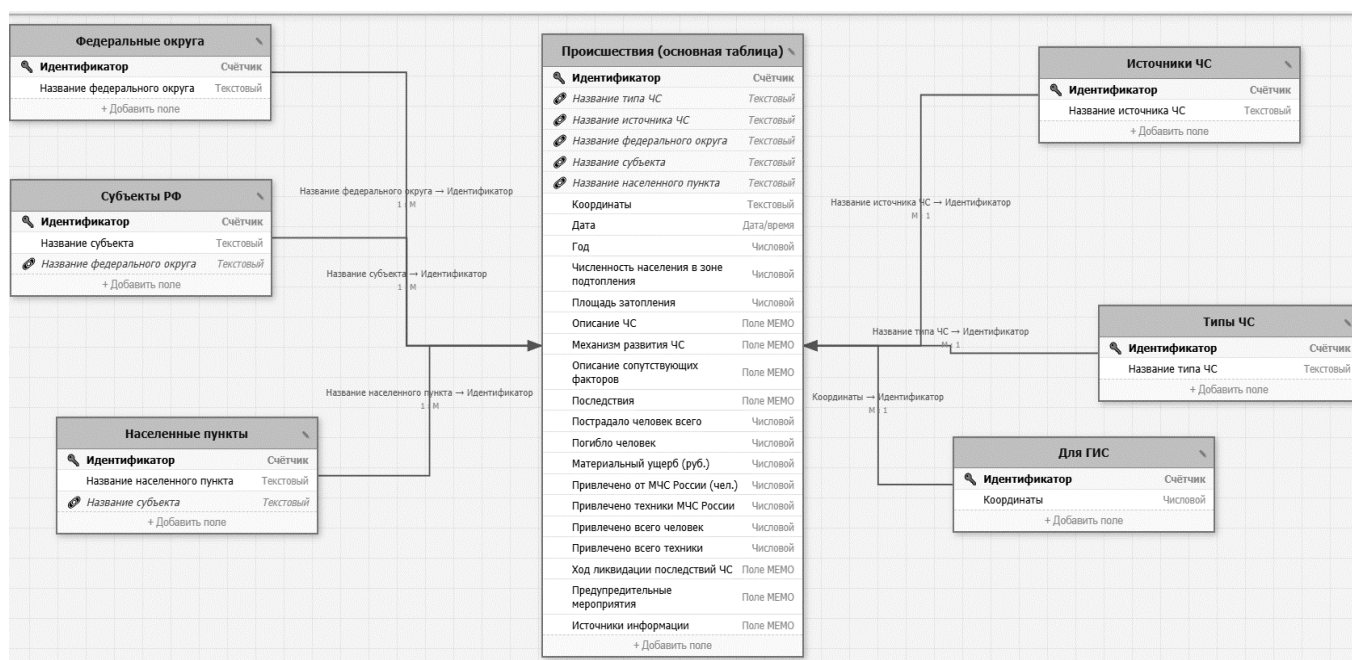


Рис. 2. Реляционная модель данных разрабатываемой базы данных

Однако, разработанная структура базы данных может быть расширена и адаптирована для более сложного анализа, например, для рассмотрения ретроспективных данных об особенностях возникновения, развития и ликвидации пожаров на различных объектах защиты при затоплении населенных пунктов. В этом случае цель доработки базы данных - обеспечить возможность накопления, хранения и анализа данных о пожарах, возникающих как сопутствующий, вторичный или взаимосвязанный фактор при наводнениях, с учётом типа объекта защиты. Такая подборка информации может стать уникальным источником данных, обобщающим ретроспективные данные об опыте возникновения, развития и ликвидации пожаров на объектах защиты, возникших в результате или в последствии наводнений. При этом база данных может быть дополнена, например, следующими атрибутами:

- тип объекта защиты;
- причина возникновения пожара;
- описание фазы затопления (начальная фаза, активная фаза или фаза, после убытия воды);
- особенности ликвидации пожара;
- особенности развития пожара;
- полезный опыт;
- уникальность случая;
- результаты разбора пожара;
- и другое.

Вариант расширенной структуры базы данных может быть представлен следующим образом (рис. 3).

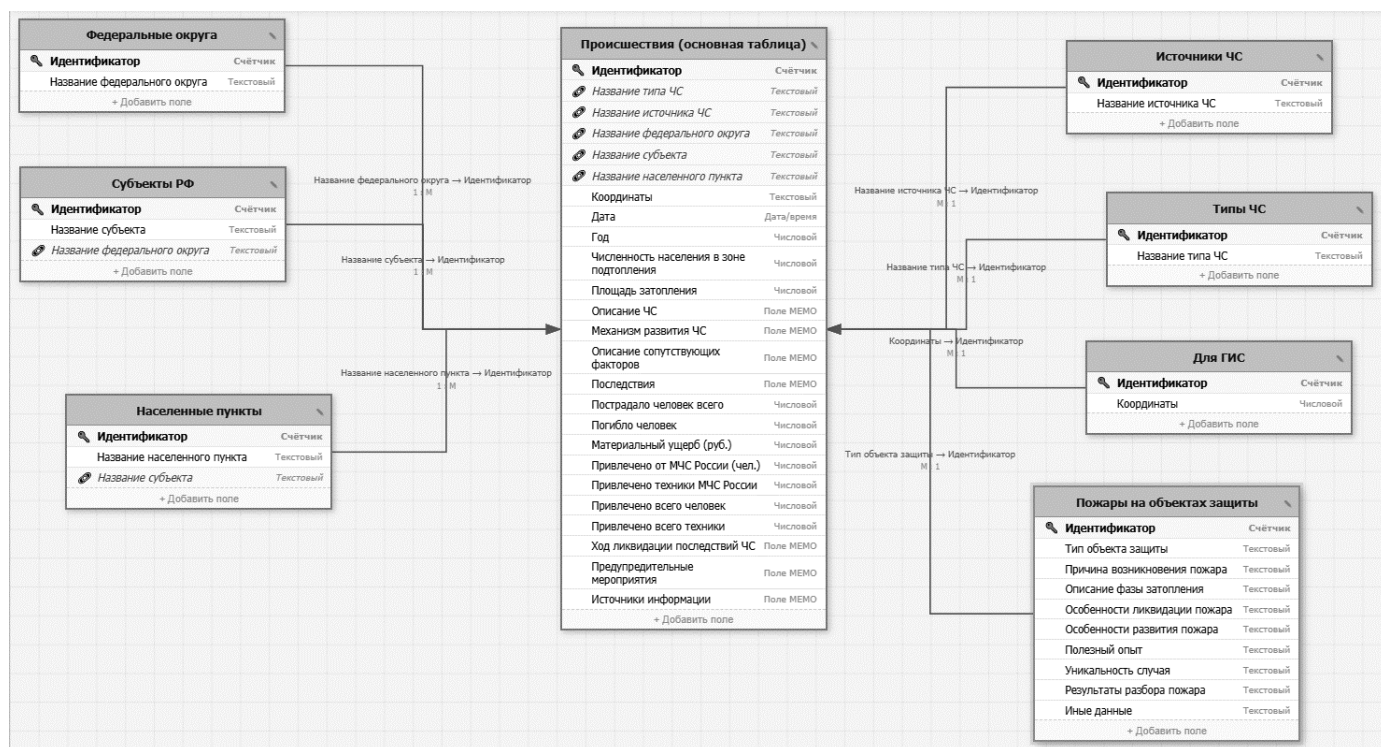


Рис. 3. Реляционная модель данных разрабатываемой базы данных с учетом рассмотрения ретроспективных данных об особенностях возникновения, развития и ликвидации пожаров на различных объектах защиты при затоплении населенных пунктов

Далее будет проведена работа по заполнению информационных ресурсов базы данных материалом. Также перспективной задачей в продолжение изложенного в настоящей статье материала является разработка графического пользовательского интерфейса и программы для ЭВМ, при помощи которой будет возможна работа с информационными ресурсами базы данных. В качестве научного технического задела по рассматриваемой тематике стоит выделить уже разработанные программы для ЭВМ и базы данных [8-15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. World Population Review. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/flooding-by-country> (дата обращения: 21.07.2025).
2. Апарин, А.А. К вопросу о наводнениях, происходящих в ночное время / А.А. Апарин, С. Е. Глушко, Д. А. Билецкая // «Безопасность в чрезвычайных ситуациях»: сб. тезисов докладов научной конференции, Иваново, 24 декабря 2024 года.

Донецк. – Донецк: ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России», 2024. – С. 25.2.

3. Глушко, С. Е. К вопросу о затоплении населенных пунктов / С. Е. Глушко, Д. А. Билецкая // 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. 860-863. – EDN UNWQUQ.

4. Yandex Forms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://forms.yandex.ru> (дата обращения: 01.02.2026).

5. Апарин, А. А. Краткий обзор программного обеспечения для мониторинга гидрологической обстановки / А. А. Апарин, П. В. Чистов, С. Е. Глушко // Актуальные вопросы науки и образования: сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 24 июня 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 312-317. – EDNOLPXCXV.

6. Идея прототипа приложения для экстренного оповещения жителей населенных пунктов, подверженных затоплению ночью / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова, С. Е. Глушко // Устойчивое развитие России - 2025 : Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 16 октября 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С.112-120. – EDN FXCEVI.

7. Подготовка к разработке прототипа приложения для информирования в ночное время жителей районов, подверженных затоплению / С. Е. Глушко, А. А. Апарин, П. В. Чистов, Г. П. Соколов // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, посвящённой 35-й годовщине со дня образования МЧС России, Иваново, 13–14 ноября 2025 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 940-944. – EDN XAPCMS.

8. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2026621041 Российская Федерация. База данных по учету характеристик природных объектов и сведений окружающей среды в границах образования термических поражений на прилегающих территориях объектов защиты для определения очага природных пожаров : заявл. 03.03.2026 : опубл. 12.03.2026 / Д. В. Калашников, А. О. Семенов, А. А. Апарин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN WFFIYU.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026616847 Российская Федерация. Программа для работы с базой данных по учету характеристик природных объектов и сведений окружающей среды в границах образования термических поражений на прилегающих территориях объектов

защиты для определения очага природных пожаров : заявл. 03.03.2026 : опубл. 12.03.2026 / Д. В. Калашников, А. О. Семенов, А. А. Апарин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN JQWQBY.

10. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625315 Российская Федерация. Информационное обеспечение поддержки принятия решений по оперативному выбору приоритетных для применения средств видеомониторинга на раннем этапе реагирования подразделений пожарной охраны в городской среде : № 2024624956 : заявл. 01.11.2024 : опубл. 19.11.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN CWFVJZ.

11. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620524 Российская Федерация. Информационные ресурсы для планирования видеомониторинга действий по тушению техногенного пожара : № 2022620275 : заявл. 18.02.2022 : опубл. 15.03.2022 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN BWBSCK.

12. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621358 Российская Федерация. Ресурсы информационного обеспечения видеомониторинга техногенного пожара при управлении сосредоточением подразделений пожарной охраны : № 2022621056 : заявл. 17.05.2022 : опубл. 08.06.2022 / А. А. Апарин. – EDN HOLCGC.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025663880 Российская Федерация. Чат-бот для предоставления информации от оперативной дежурной смены ЦУКС для жителей региона и туристов : заявл. 20.05.2025 : опубл. 30.05.2025 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов, Т. А. Щанников. – EDN OQBWPY.

14. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024620419 Российская Федерация. Условные графические обозначения камер видеонаблюдения, предназначенные для интеграции в картографический сервис, используемый должностными лицами оперативной дежурной смены Центра управления в кризисных ситуациях : № 2024620127 : заявл. 15.01.2024 : опубл. 25.01.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN CRJFMW.

15. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625315 Российская Федерация. Информационное обеспечение поддержки принятия решений по оперативному выбору приоритетных для применения средств видеомониторинга на раннем этапе реагирования подразделений пожарной охраны в городской среде : № 2024624956 : заявл. 01.11.2024 : опубл. 19.11.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN CWFVJZ.

УДК 614.84

Г.Г. Гойкалов, С.В. Гузь

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России»

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ВОЗЛОЖЕННЫХ ПОЛНОМОЧИЙ НА ОРГАНЫ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Рассмотрены актуальные вопросы выполнения полномочий органов местного самоуправления в области пожарной безопасности. Проведен анализ нормативно-правовых актов и документов. Сделан вывод о необходимости их совершенствования. Представлены предложения по изменению и доработке отдельных положений указанных документов.

Ключевые слова: полномочия органов местного самоуправления в области пожарной безопасности, совершенствование нормативно-правовых актов и документов.

G.G. Goikalov, S.V. Guz

PROBLEMS WITH THE POWERS VESTED IN LOCAL GOVERNMENTS IN TERMS OF FIRE SAFETY COMPLIANCE

Abstracts: The current issues of fulfilling the powers of local governments in the field of fire safety are considered. The analysis of normative legal acts and documents is carried out. It is concluded that their improvement is necessary. Proposals for changing and finalizing certain provisions of these documents are presented.

Keywords: powers of local self-government bodies in the field of fire safety, improvement of legal acts and documents.

Местное самоуправление определяется как признаваемая и гарантируемая Конституцией Российской Федерации форма самоорганизации граждан.

В 2025 году вступил в силу Федеральный закон от 20.03.2025 № 33-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти» (далее – Федеральный закон № 33-ФЗ) [1], который стал результатом работы по совершенствованию нормативно-правовой базы местного самоуправления в России.

Федеральный закон № 33-ФЗ [1] направлен на реализацию положений Конституции Российской Федерации о единой системе публичной власти, обеспечение взаимодействия органов местного самоуправления с органами

государственной власти в интересах населения, совершенствование организации местного самоуправления в России.

Одним из главных изменений Федерального закона № 33-ФЗ - развитие одноуровневой системы организации местного самоуправления с возможностью сохранения двухуровневой системы.

В соответствии со статьей 19 Федерального закона от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [2] к полномочиям органов местного самоуправления в области пожарной безопасности относится обеспечение первичных мер пожарной безопасности в границах населенных пунктов поселений. В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [2] создание муниципальной пожарной охраны не является обязательным для муниципальных образований. При этом необходимо отметить, что тушение пожаров в населенных пунктах относится к полномочиям территориальных подразделения федеральной противопожарной службы, оперативное руководство которыми осуществляют органы государственной противопожарной службы субъектов РФ (статьи 16, 18 указанного федерального закона). Под первичными мерами пожарной безопасности понимается реализация принятых в установленном порядке норм и правил по предотвращению пожаров, спасению людей и имущества от пожаров, являющихся частью комплекса мероприятий по организации тушения пожаров (статья 1 указанного Федерального закона). Согласно статье 19 указанного Федерального закона, вопросы организационно-правового, финансового, материально-технического обеспечения первичных мер пожарной безопасности в границах населенных пунктов поселений, городских округов устанавливаются нормативными актами органов местного самоуправления.

Также одной из первичных мер пожарной безопасности может являться создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях.

9 апреля 2026 года Президентом России Путиным В. В. подписан Федеральный закон № 85-ФЗ «Об организации контрольно-надзорной деятельности в отношении органов местного самоуправления и должностных лиц местного самоуправления и о внесении изменений в Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти» [3]. В соответствии со статьей 16 «Категории риска причинения вреда (ущерба)» пунктом 9 данного закона для органов местного самоуправления предлагается разработать индикаторы риска нарушения требований пожарной безопасности, на основе соответствия или отклонения от параметров объекта контроля (надзора), которые сами по себе не являются нарушением указанных требований, но с высокой степенью вероятности свидетельствуют о наличии такого нарушения и риска причинения вреда (ущерба). Само по себе определение индикаторов риска является абстрактным и размытым, что необ-

ходимо исправить путем определения каждого возможного индикатора риска, и закрепить данные определения нормативно-правовым актом.

21 апреля 2026 года в День местного самоуправления [4] состоялась встреча Президента России Путина В. В. с представителями муниципального сообщества по оценкам того, какие действия со стороны правительства Российской Федерации являются эффективными, востребованными, что нужно доработать в общей совместной работе.

В частности, Глава городского поселения Семилуки Воронежская область Проскуряков Д. А. сообщил, что в этом году ведется строительство системы водоснабжения в населенном пункте. После введение в эксплуатацию ее нужно обслуживать. В нашей области сложилась хорошая практика по обслуживанию систем водоснабжения сельскими потребительскими кооперативами. То есть это сами жители создают так называемый НКО, некоммерческую организацию, и данный объект передаётся в пользование данной организации, которая самостоятельно обслуживают данную систему. Таким образом, создается концессия между органом местного самоуправления и некоммерческими обществами.

В связи с тем, что системы водоснабжения зачастую старше пяти лет, городское поселение обязано отдать ее на обслуживание. А концессионеров не находится, потому что в малочисленных населённых пунктах потребителей всего лишь 25 человек. А действующая правовая база не позволяет идти по - другому.

Глава городского поселения Семилуки Проскуряков Д. А. обратился к Президенту России Путину В. В. за помощью оказать содействие в доработке правовой базы, чтобы такие малочисленные населённые пункты могли такими способами обслуживать систему водоснабжения в сёлах. Глава государства поддержал данное предложение.

По мнению специалистов института, предложение Главы городского поселения Семилуки Проскурякова Д. А. способствуют выполнению положений статьи 19 «Полномочия органов местного самоуправления в области пожарной безопасности» Федерального закона «О пожарной безопасности» [2] от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ, по созданию условия для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях. Ввиду того, что система водоснабжения будет находиться под постоянным присмотром самих жителей.

Считаем необходимым рассмотреть вопрос о подготовки методических рекомендаций (разъяснений) для органов местного самоуправления по реализации полномочий органов местного самоуправления в области пожарной безопасности.

Не менее важным, и не решенным вопросом остается, разработка методики по определению объёма финансовых затрат по обеспечению полномочий органов местного самоуправления в области пожарной безопасности на одного жителя в год муниципального образования.

По нашему мнению при разработке методики необходимо учитывать:

- общее количество погибших, травмированных людей при пожарах на объектах защиты, а также социально-экономические, природно-климатические и географические условия муниципального района;

- наличие зданий пожарных депо, в которых организовано несение дежурств пожарных подразделений на территории населенных пунктов при условии, что нормативное время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских населенных пунктах составляет — 10 минут, а в сельских населенных пунктах — 20 минут;

- нормативное количество личного состава пожарной охраны, пожарной техники, соответствующие нормативным правовым актам, нормативным документам по пожарной безопасности;

- нормативное количество источников наружного противопожарного водоснабжения на территории населенных пунктов, соответствующего нормативным правовым актам, нормативным документам по пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 20.03.2025 №33-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти».

2. Федерального закона от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

3. Федеральный закон № 85-ФЗ «Об организации контрольно-надзорной деятельности в отношении органов местного самоуправления и должностных лиц местного самоуправления и о внесении изменений в Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в единой системе публичной власти».

4. Указ Президента Российской Федерации от 10 июня 2012 года № 805 «О Дне местного самоуправления»

УДК 004.8

Д.А. Гуляев, А.А. Килевый

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: в статье объясняется, как современные технологии меняют подход к пожарной безопасности. Вы узнаете, как камеры с ИИ распознают дым раньше обычных датчиков, как алгоритмы предсказывают риски возгорания, анализируя данные о погоде и состоянии оборудования, и как умные системы прокладывают безопасные маршруты эвакуации в реальном времени.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожар, системы, искусственный интеллект, противопожарная защита, современные технологии.

D.A. Gulyaev, A.A. Kilevyy

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Abstracts: How does artificial intelligence help prevent fires and save lives? The article explains in simple language how modern technologies are changing the approach to fire safety. You will learn how AI cameras detect smoke before conventional sensors, how algorithms predict fire risks by analyzing weather and equipment data, and how smart systems plot safe evacuation routes in real time. Vivid examples are given: drones for monitoring forest fires, robot firefighters for dangerous areas, virtual simulators for training rescuers. The issues of cost, reliability and prospects of AI in this critical area were also discussed.

Keywords: fire safety, fire, systems, artificial intelligence, fire protection, modern technologies

Пожарная безопасность — критически важный аспект защиты жизни людей и сохранности материальных ценностей. Ежегодно пожары наносят колоссальный ущерб: приводят к человеческим жертвам, разрушают инфраструктуру, уничтожают природные ресурсы. Несмотря на совершенствование традиционных систем обнаружения и тушения возгораний, они по-прежнему имеют существенные ограничения: позднее выявление очагов возгорания, высокая частота ложных срабатываний, зависимость от человеческого фактора и недостаточная гибкость в реагировании на динамически меняющуюся обстановку.

В последние годы наметился прорыв в решении этих проблем благодаря стремительному развитию технологий искусственного интеллекта (ИИ). Способность ИИ обрабатывать огромные массивы данных в режиме реального времени, выявлять скрытые закономерности, прогнозировать развитие событий и принимать автономные решения открывает принципиально новые возможности в сфере пожарной безопасности.

Инновационные технологии появляются на основании того, что традиционные технологии в настоящий момент не могут удовлетворить все основные потребности. Это касается в том числе и пожарной безопасности, в которой есть большое количество недостатков без подключения искусственного интеллекта. С внедрением новых средств можно нейтрализовать проблемы. Искусственный интеллект дает возможность управлять пожарными объектами. В первую очередь с его помощью осуществляется постоянный и качественный надзор, в отличие от классического наблюдения тут убирается основной риск человеческого фактора, удастся заметить все основные детали, мониторинг не прерывается и может реализовываться дистанционно. Кроме того, автоматическая система может быстрее среагировать, а также внедрение ИИ дает возможность точно обнаружить очаг возгорания и локализовать его. Дополнительно есть возможность максимально быстро среагировать на любые проблемы и принять решение о ремонте, чтобы система пожарной безопасности была в работоспособном состоянии.

Современные методы организации пожаротушения базируются на внедрении интеллектуальных систем управления, интегрированных в цифровую среду. Это предполагает подключение к сети Интернет, задействование технологий искусственного интеллекта и комплекса информационно-аналитических инструментов. Ключевое условие эффективности — глубокая адаптация решений под специфику конкретного объекта: его архитектуру, функциональное назначение и потенциальные риски. В рамках цифровизации отрасли разрабатываются специализированные программные приложения, обеспечивающие как локальное, так и удалённое управление противопожарными системами. Текущий этап развития характеризуется активной стандартизацией процессов и внедрением единых цифровых протоколов, что повышает надёжность управления и способствует существенному росту уровня пожарной безопасности.

Решения на основе ИИ и компьютерного зрения выходят за рамки простого наблюдения: алгоритмы анализируют видеопоток в режиме реального времени и распознают маркеры возгорания на докритической стадии — от очагов тления до первых признаков открытого пламени. Эти технологии находят широкое применение на объектах с высокими рисками: в топливно-энергетическом секторе, на производственных площадках и инфраструктурных объектах. В «умных городах» ИИ служит центральным узлом координации: при обнаружении пожара он оперативно взаимодействует с системами

здания — регулирует вентиляцию, контролирует доступ через дверные проёмы и активирует барьеры, минимизируя распространение огня.

Российская наука и образование создают прочный фундамент для лидерства в сфере искусственного интеллекта. Глубокие традиции физико-математической школы, сильные позиции в естественных науках и высокий уровень компетенций в программировании открывают перед страной широкие возможности на глобальном рынке ИИ-технологий.

Яркий пример практического внедрения — опыт МЧС РФ в 2023 году. Ведомство впервые применило алгоритмы искусственного интеллекта для предупреждения весеннего половодья, что позволило заранее спланировать и провести необходимые профилактические мероприятия. Итогом работы стали более 67 тысяч моделей, прогнозирующих развитие обстановки в различных сценариях.

Зарубежные разработки в сфере искусственного интеллекта для защиты от пожаров охватывают целый спектр решений — от оперативного выявления очагов возгорания до предиктивной аналитики и интеллектуального управления реагированием на чрезвычайные ситуации. Среди наиболее показательных примеров:

Pano AI (США). Инновационная платформа для слежения за лесными массивами комбинирует видеоданные с высотных камер и спутниковые изображения. Её алгоритмы охватывают зону наблюдения радиусом до 24 км и локализуют источник возгорания с погрешностью не более 10 метров. В работе задействованы камеры сверхвысокой чёткости и панорамные устройства с обзором 360 градусов. Искусственный интеллект анализирует поступающие кадры: днём он распознаёт признаки задымления, а в тёмное время суток — тепловые аномалии. Собранная информация направляется в облачную среду, где специализированные алгоритмы компьютерного зрения проводят первичную обработку, а эксперты вручную отсеивают возможные ложные сигналы тревоги.

FireScout (Австралия). Австралийская система задействует беспилотные летательные аппараты, оснащённые тепловизионными камерами и интеллектуальными алгоритмами. В 2023 году благодаря ей удалось оперативно локализовать 15 возгораний в национальных парках ещё до прибытия пожарных бригад. Основа работы FireScout — машинное обучение: модель обучена на обширной базе данных о предыдущих пожарах, включая спутниковые снимки, метеорологические показатели, топографические карты и показания датчиков. Это позволяет системе фиксировать угрозу всего за минуту и мгновенно передавать экстренные уведомления ответственным службам.

NEC (Япония). В Токио компания внедрила интеллектуальные алгоритмы для оценки вероятности пожара в городской застройке. Система в режиме реального времени собирает и анализирует разнородные данные: техническое состояние электросетей, уровень влажности в помещениях, интенсивность че-

ловческой активности в зданиях. На основе комплексного анализа ИИ формирует прогноз риска возгорания, позволяя заранее принять профилактические меры.

Эти проекты иллюстрируют глобальный тренд на глубокую интеграцию искусственного интеллекта с сенсорами, беспилотными системами и облачными платформами — такой подход существенно повышает скорость и точность обнаружения пожаров, а также даёт возможность предотвращать чрезвычайные ситуации до их возникновения. Искусственный интеллект открывает новые горизонты в сфере пожарной безопасности, предлагая комплексные решения для повышения надёжности и оперативности защитных систем. На практике его возможности реализуются в нескольких ключевых направлениях, каждое из которых существенно усиливает способность своевременно выявлять и нейтрализовать угрозу возгорания.

Прежде всего, ИИ обеспечивает непрерывный интеллектуальный мониторинг окружающей среды. Алгоритмы анализируют данные с датчиков и камер в режиме реального времени, выявляя малейшие отклонения от нормы — будь то повышение температуры, появление дыма или другие признаки начинающегося пожара. Такой подход позволяет обнаружить угрозу на самых ранних стадиях, когда традиционные системы ещё не срабатывают. Интеграция этих возможностей в единую интеллектуальную систему даёт организациям мощный инструмент для решения задач пожарной безопасности. Такой подход не только повышает уровень защиты людей и имущества, но и снижает эксплуатационные затраты за счёт рационального использования ресурсов и предотвращения ложных срабатываний.

При этом стоит отметить, что многие объекты по-прежнему полагаются на традиционные методы обеспечения пожарной безопасности — классические датчики, ручные системы оповещения и стандартные регламенты обслуживания. Однако современные здания в мегаполисах всё чаще переходят на инновационные решения с применением ИИ. Это обусловлено их способностью решать наиболее острые проблемы: обеспечивать постоянный мониторинг, оперативно реагировать на угрозы, минимизировать масштабы возгораний на начальной стадии, гарантировать безопасную эвакуацию людей и максимально сохранять материальные ценности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. — 11.10.2019. № 41. — ст. 5700
2. Дьяченко И.А. Основные правила пожарной безопасности. - М.: Айрис-пресс, 2022. - 620 с.

3. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в пожарной безопасности [Электронный ресурс] URL: <https://firefinder.ru/statyi/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnoj-bezopasnosti/>

4. Официальный портал «Искусственный интеллект в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ai.gov.ru/>;

5. Официальный портал МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru>

УДК 543.3

Д.А. Гуляев, А.Д. Яковлев

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ НА КРАТНОСТЬ И СТОЙКОСТЬ ПЕНЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ СОВРЕМЕННЫМИ ПЕНОГЕНЕРАТОРАМИ

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема влияния минерализации воды (содержания растворенных солей) на основные функциональные характеристики пены — кратность и стойкость (стабильность), получаемой с использованием современных пеногенераторов различных типов.

Ключевые слова: минерализация воды, пеногенератор, кратность пены, стойкость пены, поверхностно-активные вещества (ПАВ), жесткость воды, стабильность пены, электролиты, наночастицы, межфазная граница.

D.A. Gulyaev, A.D. Yakovlev

EFFECT OF WATER MINERALIZATION ON THE MULTIPLICITY AND STABILITY OF FOAM PRODUCED BY MODERN FOAM GENERATORS

Abstracts: The article discusses the current problem of the influence of water mineralization (dissolved salt content) on the main functional characteristics of foam — multiplicity and durability (stability) obtained using modern foam generators of various types.

Keywords: water mineralization, foam generator, foam multiplicity, foam resistance, surfactants (surfactants), water hardness, foam stability, electrolytes, nanoparticles, interfacial boundary.

Широкий спектр применения современных пеногенераторов охватывает множество отраслей, начиная от критически важных сфер, таких как пожаротушение и строительство, и заканчивая такими разнообразными областями, как горнодобывающая промышленность и индустрия развлечений. Ключевым

фактором, определяющим эффективность работы этих устройств, является качество используемой воды – фундаментального растворителя, лежащего в основе любой пенообразующей смеси. Однако на практике специалисты нередко сталкиваются с водой, обладающей повышенной минерализацией. Это может быть морская вода при ликвидации возгораний на объектах, расположенных в прибрежных зонах, солоноватые подземные воды в засушливых регионах, или же техническая вода с высокой степенью жесткости, используемая на промышленных предприятиях.

Актуальность изучения влияния минерализации на процесс пенообразования неуклонно растет, что обусловлено стремительным развитием новых технологий и расширением географии применения пеногенераторов. Глубокое понимание физико-химических процессов, протекающих при взаимодействии пенообразующих составов с минерализованной водой, открывает возможности не только для точного прогнозирования производительности оборудования, но и для разработки оптимальных рецептур пенообразователей, адаптированных к конкретным условиям эксплуатации.

Пена, по своей сути, представляет собой дисперсную систему, где газовые включения разделены тонкими пленками жидкости. Стабильность этой структуры напрямую зависит от способности жидких прослоек сохранять свою целостность и сопротивляться разрушительным воздействиям. Согласно современным научным данным, неустойчивость водной пены обычно обусловлена четырьмя основными механизмами: испарением жидкости, дренированием (гравитационным стеканием), коалесценцией (слиянием пузырьков) и процессом Оствальда (укрупнением пузырьков за счет диффузии).

Центральную роль в стабилизации пены играют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Они адсорбируются на границе раздела фаз «жидкость-газ», снижая поверхностное натяжение и формируя структурно-механический барьер, который препятствует сближению и последующему слиянию пузырьков.

Вода в составе пенообразующей жидкости выполняет не только функцию растворителя, но и оказывает прямое влияние на общую текучесть раствора. Это свойство имеет решающее значение для эффективной работы пеногенератора. Химический состав воды, наличие в ней растворенных солей и ее кислотно-щелочной баланс (рН) напрямую определяют способность пенообразователя формировать устойчивую пенную структуру.

При растворении минеральных солей в воде происходит их диссоциация с образованием положительно и отрицательно заряженных ионов. Эти ионы вступают во взаимодействие с заряженными участками молекул ПАВ, адсорбированных на поверхности газовых пузырьков. Особое дестабилизирующее воздействие оказывают двухвалентные катионы кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}), присутствие которых в воде определяет ее жесткость.

Механизм дестабилизации заключается в экранировании электростатического отталкивания между пузырьками, имеющими одинаковый заряд. В ре-

зультате этого процесса снижается энергетический барьер, препятствующий сближению пузырьков, что неизбежно ведет к их коалесценции и, как следствие, к разрушению пены.

Ионы минеральных солей способны встраиваться в адсорбционные слои ПАВ, изменяя их структуру и свойства. При достижении определенных концентраций солей может наблюдаться явление «высаливания» ПАВ, то есть снижение их растворимости и, как следствие, ухудшение пенообразующих характеристик. Этот эффект особенно выражен для ионогенных ПАВ, которые демонстрируют повышенную чувствительность к присутствию электролитов.

Исследования показывают, что пенообразующие реагенты первой группы (например, низшие спирты, скипидары) при избыточных концентрациях значительно снижают устойчивость пены. В то же время, реагенты второй группы (коллоидные ПАВ) даже при высоких расходах проявляют стабилизирующий эффект.

Современные пеногенераторы отличаются разнообразием конструктивных решений и получаемой кратностью пены. Выделяют генераторы низкой кратности (до 10), средней (от 20 до 100) и высокой (свыше 100). Каждый тип оборудования имеет свои специфические особенности и различную степень чувствительности к минерализации воды.

Генераторы низкой кратности находят основное применение в системах пожаротушения, а также для подслоного тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Для них наиболее критичным является влияние минерализации на смачивающую способность.

Генераторы средней и высокой кратности, напротив, часто используются в промышленных процессах, где требуется создание большого объема пены для различных целей, таких как флотация, очистка сточных вод или создание амортизирующих слоев. В этих случаях влияние минерализации может проявляться в изменении вязкости пены, ее структурной прочности и времени распада. Например, повышенное содержание солей может привести к образованию более плотной, но менее стабильной пены, которая быстрее теряет свои свойства.

Важно отметить, что не все соли оказывают одинаковое влияние на пенообразование. Анионы, такие как хлориды (Cl^-) и сульфаты (SO_4^{2-}), как правило, оказывают менее выраженное дестабилизирующее действие по сравнению с двухвалентными катионами. Однако их концентрация также имеет значение, особенно в сочетании с другими ионами.

Для преодоления негативного влияния минерализованной воды на пенообразование разрабатываются специальные составы пенообразователей. Эти составы могут включать в себя комбинации различных типов ПАВ, которые обладают повышенной устойчивостью к электролитам. Также могут использоваться добавки, такие как полимеры или гидротропы, которые улучшают растворимость ПАВ и стабилизируют пенную структуру.

В некоторых случаях, когда качество воды является критическим фактором, может потребоваться предварительная водоподготовка. Это может включать в себя методы умягчения воды, такие как ионный обмен, или даже полное обессоливание с использованием обратного осмоса. Однако такие методы могут быть дорогостоящими и не всегда применимы в полевых условиях.

Таким образом, понимание комплексного влияния минерализации воды на свойства пенообразующих растворов является ключевым для обеспечения надежной и эффективной работы пеногенераторов в самых разнообразных условиях. Дальнейшие исследования в этой области позволят создавать более совершенные пенообразующие составы и оптимизировать процессы их применения, расширяя границы использования этой универсальной технологии.

В контексте пожаротушения, где скорость и эффективность имеют первостепенное значение, дестабилизация пены из-за минерализации воды может привести к критическим последствиям. Например, при тушении пожаров на морских платформах или судах, где используется морская вода, снижение качества пены может замедлить процесс ликвидации возгорания, увеличивая риск распространения огня и ущерба. Аналогично, в горнодобывающей промышленности, где пена может использоваться для пылеподавления или при проведении технологических процессов, снижение ее стабильности может привести к сбоям в работе оборудования и снижению производительности.

Разработка пенообразователей, устойчивых к различным типам минерализованных вод, является активным направлением исследований. Это включает в себя создание многокомпонентных систем, где различные ПАВ синергетически дополняют друг друга, компенсируя негативное воздействие ионов. Например, комбинация анионных и амфотерных ПАВ может обеспечить более высокую стабильность пены в присутствии солей жесткости. Также исследуется применение неионогенных ПАВ, которые, как правило, менее чувствительны к присутствию электролитов.

Кроме того, модификация структуры самих ПАВ может повысить их устойчивость к минерализации. Это может включать введение в молекулу ПАВ гидрофобных или гидрофильных групп, которые изменяют ее адсорбционные свойства и взаимодействие с ионами.

Важным аспектом является также учет специфики конкретного пеногенератора. Например, генераторы высокой кратности, работающие с большим объемом воздуха, могут быть более чувствительны к изменениям поверхностного натяжения и вязкости раствора, вызванным минерализацией. В то же время, генераторы низкой кратности, где пена формируется при более низком соотношении воздуха и жидкости, могут быть более подвержены влиянию минерализации на структурную прочность пены.

Исследования в области моделирования процессов пенообразования также играют важную роль. Компьютерное моделирование позволяет предсказывать поведение пенообразующих растворов в различных условиях, включая

присутствие минеральных солей, и оптимизировать состав пенообразователей без необходимости проведения дорогостоящих лабораторных экспериментов.

В конечном итоге, комплексный подход, включающий в себя понимание физико-химических основ пенообразования, разработку новых пенообразующих составов, учет особенностей конструкции пеногенераторов и, при необходимости, применение методов водоподготовки, позволяет обеспечить эффективное и надежное применение пеногенераторов в самых разнообразных и сложных условиях эксплуатации, где качество воды может стать серьезным вызовом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глембоцкий В.А. Флотация: учебник. — StudFiles, 2023.
2. Генератор пены. Каталог инновационных проектов и разработок — НИИ ПБиЧС МЧС РФ, 2009.
3. Duan F., Zhu Y., Mu B., Wang A. Recent progress and future prospects on aqueous foams stabilized based on clay minerals // Applied Clay Science. — 2023.
4. Высококонцентрированный морозостойкий водный пленкообразующий пенный огнетушащий состав. Патент CN100571820С. — Google Patents, 2005.
5. Лучший состав жидкости для генератора пены.
6. Пеногенератор для пенобетона. Как это работает? // Яндекс Кью, 2023.
7. Compatibility of aqueous film-forming foams (AFFF) with sea water // Fire Safety Journal. — 2021. — Vol. 120.
8. Пеногенератор // Википедия.

УДК 614.843:725.9:699.8

А.Д. Дауменов, В.Л. Шимитило, Т.В. Усачева

Академия гражданской защиты МЧС России

СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ИСКУССТВ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА

Аннотация: в данной статье рассматриваются особенности применения системы капельного пожаротушения на объект культурного наследия ГМИИ имени А. С. Пушкина. На примере произошедшего пожара в 2017 году в этом музее, рассмотрена актуальность внедрения капельной системы. Показана математическая формула для расчета оптимального диаметра капли, что позволит обеспечить баланс между тушением пожара и сохранением экспонатов музея. Сформулированы техни-

ческие требования к системам, а также предложены рекомендации по замене старых систем на капельные схемы пожаротушения.

Ключевые слова: капельное пожаротушение; ГМИИ имени А. С. Пушкина; водяной туман; оптимальный диаметр капли; пожарная безопасность музеев.

A.D. Daumenov, V.L. Shimitilo, T.V. Usacheva

DIPPER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS FOR CULTURAL HERITAGE OBJECTS ON THE EXAMPLE OF THE STATE MUSEUMS OF PICTORIAL ARTS NAMED AFTER A.S. PUSHKIN

Abstracts: this article discusses the features of using a drip fire extinguishing system on the cultural heritage object of the State Museum of Fine Arts named after A.S. Pushkin. Using the example of a fire that occurred in this museum in 2017, the relevance of implementing a drip system is discussed. A mathematical formula is presented for calculating the optimal droplet diameter, which can help strike a balance between fire suppression and the preservation of museum exhibits. Technical requirements for the systems are formulated, and recommendations are provided for replacing old systems with drip fire suppression schemes.

Keywords: drip fire suppression; Pushkin Museum of Fine Arts; water mist; optimal droplet diameter; fire safety in museums.

Объекты культурного наследия, такие как музеи, картинные галереи, библиотеки и архивы, представляют собой категорию защиты [1]. В системе МЧС России есть традиционные методы автоматического пожаротушения, основанные на использовании пены или воды. Но есть и минусы, ведь их не всегда можно применить, так как есть высокий риск вторичного ущерба. Тушение водой из пожарных стволов может поверить или разрушить ценные экспонаты музея в большей степени, чем само возгорание.

Пожар, который произошел 3 ноября 2017 года в отделе личных коллекций в государственном музее изобразительных искусств (ГМИИ) имени А. С. Пушкина в Москве, очень наглядно показал эту проблему. Возгорание произошло в системе вентиляции двухэтажного здания, огонь распространился на площадь около 40 м². Загорелся утеплитель и стекловата, что привело к такому возгоранию. Но благодаря спасателям и пожарным смогли эвакуировать 30 человек, ни один экспонат не пострадал. Но после возгорания инспекторы Ростехнадзора выявили серьезные нарушения по пожарной безопасности. Были обнаружены проблемы с изоляцией электрооборудования, отсутствие огнетушителей на строительной площадке рядом с музеем, а также нарушение правил хранения горючих материалов.



Рис. 1. Пожар в ГМИИ имени А. С. Пушкина

Но есть и еще одна характерная особенность, на то время не было еще системы капельного пожаротушения, поэтому использовалась сухая пена, чтобы не повредить экспонаты. Но сухая пена, в отличие от воды, менее агрессивна, но при этом оставляет на экспонатах химические следы. Поэтому после использования, надо производить очистку.

Новым методом на таких объектах являются системы капельного пожаротушения. Там вода подается в виде мелкодисперсных капель, имея диаметр от 100 до 300 мкм. Эти системы могут обеспечить эффективное тушение за счет охлаждения, локального вытеснения кислорода водяным паром или смачиванием поверхности. Количество воды уменьшается примерно в 5 раз, что дает возможность сохранить экспонаты в государственном музее изобразительных искусств имени А. С. Пушкина (ГМИИ).

Согласно стандарту по системам пожаротушения тонкораспыленной водой, водяным туманом можно называть распыление воды, при котором 99 % общей жидкости, распределяется в виде капель, диаметр которых около 1000 мкм [2]. Для эффективного тушения для начала необходимо определить диаметр капель, так как от этого зависит способность капли попасть в очаг возгорания, что и служит минимизацией ущерба для музея [3].



Рис. 2. Государственный музей А. С. Пушкина

Для ГМИИ в области капельного пожаротушения подойдет интенсивность струи около $4,4-6,6 \frac{\text{л}}{\text{мин} \times \text{м}^2}$. Дальность струи будет доходить до 5 метров, при этом начнет свое действие система через 300 секунд после начала пожара. Но при этом системы капельного тушения могут вызывать ряд проблем. Например, в музее есть экспонаты, нарисованные акварельными красками, поэтому вода может вызвать смазывание и размытие цветов, а также выцветание цвета пигмента и деформацию бумаги.

Для проектирования системы капельного пожаротушения на ГМИИ имени А. С. Пушкина необходимо определить критический диаметр капли. При движении капли в восходящем потоке горячих газов она может не попасть в очаг возгорания, потому что сила сопротивления превышает силу тяжести. Но как мы говорили выше, крупные капли диаметром более 500 мкм наносят большой ущерб экспонатам, поэтому оптимальный диаметр определяем по формуле:

$$d_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{18 \times \mu \times u_{\text{конвект}} \times D_{\text{мех.возд.}}}{\rho_{\text{воды}} \times g \times k_{\text{пов.}}}}$$

где: $d_{\text{опт}}$ — оптимальный диаметр, м;

μ — динамическая вязкость воздуха при температуре в помещении, Па·с. При температуре 20°C $\mu = 1,8 \times 10^{-5}$ Па·с;

$u_{\text{конвект}}$ — скорость потока над самим очагом пожара, м/с;

$D_{\text{мех.возд.}}$ — максимально допустимый уровень механического воздействия на экспонаты музея. Для картин, написанных маслом $D_{\text{мех.возд.}} = 1$. Для картин, написанных акварелью $D_{\text{мех.возд.}} = 0,5$.

$\rho_{\text{воды}}$ — плотность воды. $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Для государственного музея имени А.С. Пушкина $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

g — ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$k_{\text{пов.}}$ — коэффициент поверхности экспонатов музея. Для картин, которые висят вертикально $k_{\text{пов.}}=1,3$. Для картин, которые висят горизонтально $k_{\text{пов.}}=1,0$.

Подставим в формулу значения и посчитаем для зала, где висят картины, написанные маслом. При этом в данном зале все картины висят вертикально.

$$d_{\text{опт}} = \sqrt[3]{\frac{18 \times 2 \times (1,8 \times 10^{-5}) \times 1}{1000 \times 9,81 \times 1,3}} = \sqrt[3]{50,8 \times 10^{-3}} = 3,70 \times 10^{-3} \\ = 370 \text{ мкм}$$

Оптимальный диаметр капли для государственного музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина получился 370 мкм. Но это значение превышает рекомендуемый диаметр для систем капельного пожаротушения, который равен 100-300 мкм. Если вспомнить пожар в музее, который произошел в 2017 году, то сразу становится понятно, что капельная система там может стоять, только если капли будут 250–300 мкм. Также интенсивность струи должна быть $4,4-6,6 \frac{\text{л}}{\text{мин} \times \text{м}^2}$. Самое главное, чтобы система смогла быстро сработать, желательно за минуту, тогда огонь не сможет перекинуться на экспонаты музея. Вот что касается давления, то оно должно быть 40-120 бар, иначе капли нужного размера не получить. Также еще один важный момент, вода только дистиллированная, чтобы не оставались разводы на картинах.



Рис. 3. Система капельного пожаротушения

Музей изобразительных искусств имени А.С. Пушкина — это не просто здание, а историческая ценность города Москвы. Поэтому защита от огня должна быть серьезной. Самый лучший вариант использовать капельную систему. А также добавить еще в систему защитные колпачки, которые сотрудники будут цеплять, чтобы не срабатывала от любого чиха.

Как указывалось выше, пожар в ГМИИ показал, что там есть серьезные нарушения. Если установить капельную систему, то воды будет тратиться гораздо меньше, чем на других системах. Это станет большим плюсом для экспонатов музея, так как они не пострадают от большого количества воды. Некоторые картины привезли из других стран и городов, что представляет огромную ценность для музея.

Если использовать формулу 1, то можно охватить весь очаг пожара на любом культурном объект. А также можно понять, как снизить ущерб для ценностей. На примере государственного музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина написаны рекомендации, которые инженеры могут учитывать при выборе системы пожаротушения на объектах культурного наследия. Также данные системы можно устанавливать во всех исторических музеях, например, в Эрмитаж. Как говорил древнегреческий философ Аристотель: «Цель искусства — представлять не внешний вид вещей, а их внутреннее значение».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбань, Ю. И. Спасти и сохранить памятники культурного наследия / Ю. И. Горбань, С. Г. Немчинов // Алгоритм безопасности. – 2019. – № 1. – С. 22-24.
2. Андрюшкин, А. Ю. Определение диаметра капель, полученных газодинамическим распылением / А. Ю. Андрюшкин // Конструкции из композиционных материалов. – 2012. – № 3. – С. 18-22.
3. Никитина, Д. В. О тушении пожаров водяным туманом / Д. В. Никитина, О. В. Кабанов, А. В. Русинов // Техногенная и природная безопасность: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 27–28 октября 2021 года. – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2021. – С. 320-325.

УДК 614.849

Н.В. Елфимов, А.С. Горбунов

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПОМОЩИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Аннотация: Статья анализирует возможности применения волоконно-оптических датчиков для мониторинга состояния технологических трубопроводов, дополняя уже существующие методы контроля. На сегодняшний день созданы и активно применяются современные композитные материалы с высокими упруго-прочными характеристиками, которые находят широкое применение в различных отраслях. Учитывая современные подходы к обеспечению безопасности, предлагается проводить мониторинг с применением оптического метода контроля. Принцип работы основан на изменении оптических свойств волоконно-оптических датчиков изменения их геометрических параметров, что позволяет фиксировать любые физические изменения трубопровода в реальном времени. Оперативное получение данных о критическом состоянии объекта контроля позволяет своевременно принять необходимые меры и предотвратить возможные аварийные ситуации, что является важной задачей для обеспечения безопасности.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, чрезвычайная ситуация, прогнозирование, мониторинг.

N.V. Elfimov, A.S. Gorbunov

PROCESS PIPELINE CONDITION MONITORING USING FIBER OPTIC SENSORS

Abstracts: The article analyzes the possibilities of using fiber-optic sensors to monitor the condition of process pipelines, complementing existing control methods. Today, modern composite materials with high elastic-strong characteristics have been created and are actively used, which are widely used in various industries. Taking into account modern approaches to ensuring safety, it is proposed to conduct monitoring using the optical control method. The principle of operation is based on changing the optical properties of fiber-optic sensors for changing their geometric parameters, which makes it possible to record any physical changes in the pipeline in real time. Prompt receipt of data on the critical state of the object under control allows timely taking the necessary measures and preventing possible emergency situations, which is an important task for ensuring safety.

Keywords: fiber optic sensor, emergency, forecasting, monitoring.

Практически все производственные предприятия оснащены сетью технологических трубопроводов, эксплуатация которых сопряжена с рисками возникновения аварий вызванными динамическими, гидравлическими и температурными нагрузками, которые могут привести к их разрушению.

Чтобы гарантировать безопасность проведения технологического процесса на производстве, необходимо осуществлять мониторинг за состоянием технологического оборудования и трубопроводов. Сегодня рынок предоставляет обширный выбор современных систем прогнозирования и мониторинга, которые позволяют своевременно обнаружить критические изменения в оборудовании. Для решения данной задачи предлагается применение волоконно-оптических датчиков (далее – ВОД), которые представляют собой эффективное решение для контроля за состоянием технологического оборудования и технологических трубопроводов. Благодаря своим физико-химическим характеристикам, ВОД обеспечивают высокую точность измерений таких параметров, как температура, давление, деформация и вибрация оборудования. ВОД характеризуются надёжностью и точностью передачи данных, и устойчивостью к агрессивным средам, что делает их незаменимыми к применению в неблагоприятных условиях эксплуатации.

Стоит отметить, что вопросам эффективности применения ВОД в разной промышленности, посвящены работы многих ученых. В исследовании авторов Дмитриевым А. А., Гребневым К. В., Варжель С. В., Плотниковым М. Ю. рассматривается волоконно-оптический датчик вибрации, который отличается от известных, более низкими требованиями к условиям эксплуатации. Особое внимание было уделено чувствительному элементу, созданному на базе волоконного перехода и наклонной волоконной брэгговской решетки [1]. Ширяев П. Р. и Цветков Г. А. в своей работе проанализировали особенности применения волоконно-оптических датчиков в целях повышения безопасности при бурении скважин [2]. Авторский коллектив Веденькин Д. А., Самошин Р. Э., Дорогов Д. Н. изучил возможности применения волоконно-оптических датчиков для измерения температуры в процессе переработки нефтешламов [3]. Учитывая интерес научного сообщества к данной теме, можно сделать вывод, что применение оптико-волоконных датчиков представляет собой перспективное направление для повышения уровня безопасности технологического процесса.

Ранее уже отмечалось, что на производственных предприятиях используется значительное количество технологического оборудования и технологических трубопроводов. В связи с этим вопросы организации мониторинга за их состоянием становятся особенно актуальными. В технологических трубопроводах во время транспортировки веществ, обращающихся в технологическом процессе, могут проходить разные физические процессы, такие как образование избыточного давления, вибрация и изменение температуры транспортируемого вещества. Кроме того, в технологических трубопроводах может

возникать напряжения и деформации из-за вспучивания или приседания грунта под опорами, что крайне негативно влияет на соединительные элементы и сварные швы.

На основе предыдущих исследований и приобретенного опыта в области применения ВОД, для обеспечения контроля за состоянием технологического оборудования и трубопроводов предлагается использовать ВОД с высокой чувствительностью, достигаемой благодаря волоконной брэгговской решётке, нанесённой на полимерный композитный материал. Благодаря своим уникальным физико-химическим характеристикам ВОД значительно повышает контроль за надёжностью и безопасностью трубопроводных систем, а также снижает эксплуатационные расходы при использовании дорогостоящего оборудования для мониторинга состояния объекта защиты.

Учитывая уникальные свойства, которым обладает оптическое волокно, оно идеально подходит для применения на всех этапах технологического процесса производства. При помощи оптического волокна, можно организовать мониторинг значительных территорий и технологического оборудования, расположенного на протяженном расстоянии, а также оно способно выдерживать воздействие агрессивных сред. При интеграции ВОД в существующие системы мониторинга технологического оборудования на предприятии, приведет к значительному повышению эффективности существующих систем контроля. Посылаемые оптические сигналы способны преодолевать большие расстояния с минимальными потерями, что позволяет проводить анализ рабочих параметров технологической трубопроводной системы производства. Стоит отметить, что в связи с отсутствием электрического импульса (сигнала), ВОД является абсолютно безопасным к применению в средах с наличием горючей или взрывопожароопасной среды, что снижает риск возможного возникновения аварийной работы технологического оборудования, а также возникновения чрезвычайной ситуации на производстве. Применение ВОД позволяет оперативно определить изменения рабочей температуры технологического оборудования и его рабочих параметров, а также выявить отклонения рабочих параметров на разных участках сетей технологических трубопроводов производства. В целом, применение волоконно-оптических датчиков для мониторинга технологического оборудования и трубопроводов обеспечивает высокую точность, надёжность и эффективность работы технологического оборудования. ВОД способен фиксировать малейшие изменения давления и деформации технологических трубопроводов, что помогает оперативно определить места с повышенным напряжением или отклонением от установленных параметров.

В заключение следует отметить, что современные технологии мониторинга безопасной эксплуатации технологического оборудования играют ключевую роль в промышленной безопасности и предотвращении возникновения чрезвычайной ситуации. Учитывая сложность и масштабность производственных процессов, внедрение инновационных систем мониторинга становится

важным элементом стратегии управления рисками и оперативного реагирования на различные нештатные ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волоконно-оптический датчик вибрации на основе SMF-MMF-SMF перехода и наклонной решетки Брэгга / А. А. Дмитриев, К. В. Гребнев, С. В. Варжель, М. Ю. Плотников // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2021. – Т. 21, № 6. – С. 801-807.

2. Ширяев, П. Р. Разработка технологии повышения безопасности при бурении скважин, основанной на применении волоконно-оптических датчиков / П. Р. Ширяев, Г. А. Цветков // Научные исследования и инновации. – 2013. – Т. 7, № 1-4. – С. 163-165.

3. Веденькин, Д. А. Особенности применения волоконно-оптических датчиков измерения температуры в процессе переработки нефтешламов / Д. А. Веденькин, Р. Э. Самошин, Д. Н. Дорогов // Проблемы техники и технологий телекоммуникаций ПТиТТ-2014; Оптические технологии в телекоммуникациях ОТТ-2014 : Материалы Международных научно-технических конференций, Казань, 18–21 ноября 2014 года. Том 3. – Казань: Издательство Казанского государственного технического университета, 2014. – С. 141-142.

УДК 614.84

В.Ю. Емелин, Ю.М. Бурова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАССМОТРЕНИИ ОБРАЩЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: в статье анализируются результаты работы с обращениями граждан в системе МЧС России за 9 месяцев 2025 г. Предлагаются перспективные направления автоматизации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обработка обращений граждан, МЧС России, пожарная безопасность, цифровая трансформация, Госуслуги, анализ данных.

V.Y. Emelin, Y.M. Burova

PROSPECTS FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF REVIEWING APPEALS IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Abstracts: the article analyzes the results of working with citizens' appeals in the system of the Ministry of Emergency Situations of Russia for 9 months in 2025. Promising areas of automation are proposed.

Keywords: artificial intelligence, processing of citizens' appeals, Russian Ministry of Emergency Situations, fire safety, digital transformation, public services, and data analysis.

В условиях цифровой трансформации системы государственного управления одним из ключевых критериев оценки эффективности работы ведомства выступают оперативность и качество обработки запросов граждан [9]. Ежегодно в МЧС России поступают сотни тысяч таких обращений. Согласно данным информационно-аналитического отчёта, за первые три квартала 2025 г., общее количество принятых и отработанных обращений составило 126187 единиц, что на 28 % уступает показателю аналогичного периода предыдущего года (176509) [1].

Тематика обеспечения пожарной безопасности традиционно удерживает первую позицию в структуре обращений, адресованных в МЧС России. За 9 месяцев 2025 г. по направлению «Деятельность противопожарной службы и соблюдение требований пожарной безопасности» поступило 65610 запросов. Указанная величина превышает половину от общего объёма рассмотренных ведомством обращений (без учёта звонков, поступивших на телефоны доверия). Несмотря на лидерство данной категории, динамика демонстрирует незначительное снижение (-0,2 %) относительно уровня 2024 г. (65767) [1].

Проведённый анализ данных подтверждает высокую социальную значимость данной группы обращений. Граждане информируют о нарушениях противопожарного режима в многоквартирных домах и на коммерческих объектах, а также выражают несогласие с действиями либо бездействием должностных лиц [7].

В отчёте зафиксирована устойчивая тенденция к цифровизации каналов коммуникации [10]. За 9 месяцев 2025 г. в электронной форме поступило 52 % всех обращений (65616 ед.). Ключевым инструментом взаимодействия выступают Единый портал государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ) совместно с мобильными приложениями. Через ФГИС «Единый портал государственных и муниципальных услуг» принято 1 932 обращения. Значительный массив (1438 запросов) приходится на мобильное приложение «Решаем вместе». В центральном аппарате и территориальных подразделениях через порталы «Госуслуги» и ведомственные интернет-ресурсы отработано 5 461 обращение.

Анализ содержания запросов, поступивших по цифровым каналам, показывает, что 3678 из них касались непосредственно обеспечения пожарной безопасности. Это составляет 67 % от общего количества обращений, обработанных с использованием ФГИС, что подтверждает доминирование данной проблематики в цифровой повестке ведомства.

Несмотря на общее сокращение количества обращений, сохраняется ряд системных проблем, решение которых возможно с применением технологий ИИ [4, 8]:

- Высокая доля типовых и повторных запросов. Из общего числа заявок 2965 поступили от граждан, которые обращались ранее (снижение на 12 %), а 4860 — это повторные запросы по одной и той же проблеме (минус 16 %). Хотя уменьшение этих цифр говорит о положительной динамике, сам факт их наличия указывает на слабые места: либо первичные ответы не решали проблему полностью, либо людям было сложно самостоятельно найти нужную информацию. Внедрение ИИ помогает отслеживать историю диалогов и с самого начала давать более точные и полные ответы [2].

- Рост жалоб на коррупцию и действия сотрудников. Количество сообщений о возможных взятках, злоупотреблениях и неправомерных поступках персонала выросло на 7 % — с 353 до 798. Такие заявки требуют особенно внимательного подхода. Алгоритмы ИИ, например, анализ тональности текста и поиск скрытых закономерностей, способны на этапе входа автоматически оценивать степень риска и направлять тревожные сигналы в службу безопасности.

- Существенный объём разъяснительной работы. Основная масса обращений (118 787) отнесена к категории «заявления», предполагающей оказание содействия либо предоставление разъяснений. Автоматизация ответов на типовые вопросы в области пожарной безопасности (порядок проведения проверок, установка пожарных извещателей, правила эвакуации) с использованием чат-ботов и генеративных нейросетей способна высвободить до 30–40 % ресурсов профильных специалистов [5, 6].

На основании анализа структуры потока обращений можно выделить несколько направлений внедрения ИИ в деятельность МЧС России в рассматриваемой сфере:

1. Интеллектуальная маршрутизация [2]. В настоящее время определённая часть обращений перенаправляется по компетенции в другие органы власти. Применение методов машинного обучения на размеченных массивах данных (текст обращения, реквизиты, история принятых решений) позволяет создать систему, автоматически определяющую корректного адресата (территориальный орган, структурное подразделение, внешнее ведомство). Это сократит сроки документооборота и уменьшит количество ошибочно направленных запросов.

2. Автоматизированная обработка обращений через портал «Госуслуги». Учитывая значительный объём запросов по пожарной безопасности, поступающих через ЕПГУ, целесообразно внедрение ИИ-виджетов, которые на этапе ввода сообщения предлагают пользователю готовые справки либо алгоритмы действий. При подтверждении типового характера запроса система способна генерировать проект ответа на основе шаблонов нормативной правовой базы (технический регламент о требованиях пожарной безопасности, КоАП РФ и др.) [3].

3. Семантический анализ тематики обращений. Данные отчёта содержат региональную детализацию (например, в ЦФО — 29 780 обращений, в Приволжском ФО — 21432). Использование ИИ для семантического анализа позволит выявлять проблемные кластеры не только по географическому признаку, но и по типам объектов (школы, торгово-развлекательные центры, жилой сектор) [7]. Это даст возможность перейти от реактивной модели (ответ на поступившее обращение) к проактивной (проведение внеплановых профилактических визитов в зоны с наибольшим количеством нареканий).

4. Обработка голосовых каналов (телефон доверия). За 9 месяцев на телефоны доверия поступило 16 985 звонков, из которых 4 715 касались вопросов пожарной безопасности. Применение систем речевой аналитики позволяет автоматически распознавать суть обращения, классифицировать его и при отсутствии угрозы жизни формировать карточку учёта без участия оператора, снижая тем самым нагрузку на дежурные смены ЦУКС.

Таким образом, анализ информационно-аналитического отчёта МЧС России за 9 месяцев 2025 г. [1] показывает, что система работы с обращениями граждан находится на этапе активной цифровизации [9, 10]. Высокая доля электронных запросов (52 %), значительный массив типовых обращений по пожарной безопасности (более 65 тыс.) и необходимость сокращения времени реагирования формируют предпосылки для внедрения технологий искусственного интеллекта. Наиболее перспективными направлениями выступают автоматизация ответов на типовые запросы, интеллектуальная маршрутизация, анализ тональности сообщений и предиктивная аналитика проблемных зон. Реализация указанных решений позволит не только повысить удовлетворённость граждан качеством государственных услуг в области пожарной безопасности, но и оптимизировать труд сотрудников центрального аппарата и территориальных органов, переориентировав их с рутинной переписки на содержательную профилактическую деятельность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационно-аналитический отчет о результатах работы с обращениями граждан и организаций в МЧС России за 9 месяцев 2025 г.
2. Сони́на О.Н., Лазаре́в А.А. Использование языковых моделей искусственного интеллекта в решении задач пожарной профилактики // Актуальные вопросы со-

вершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII ВСЕРОССИЙСКОЙ научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 360-366. - EDN: JKEEVG

3. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. - EDN: RXCHMG

4. Солодова Н.О. [и др.] Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 81-89. - EDN: FJFYWV.

5. Жалбу А.А. [и др.] Использование курсантами МЧС средств нейросети при модификации учебного видеоматериала по противопожарной пропаганде для школьников / Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 15-21. - EDN: IPKYPG

6. Лазарев А.А. [и др.] Проблемы модификации закадрового текста противопожарной пропаганды средствами искусственного интеллекта для создания видеороликов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 186-190. - EDN: SKXHNDY

7. Осмоловская А.А. [и др.] Регламентация и структурирование специальных технических условий по пожарной безопасности. Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Иваново, 2024 С. 295-299.- EDN: CWHEPR9.

8. Лазарев А.А. [и др.] Возможности искусственного интеллекта для профилактики пожаров среди представителей старшей возрастной группы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 197-202. - EDN: VVDWHA

9. Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации».

10. Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».

УДК 614.841.48

Н.А. Емельянов

Уральский институт ГПС МЧС России

ТЕРМИЧЕСКИЙ РАЗГОН ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ: АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДЫ ОПЕРАТИВНОГО ТУШЕНИЯ

Аннотация: В статье рассматривается проблема термического разгона литий-ионных аккумуляторов электромобилей и связанные с ним пожарные риски. Проанализированы механизмы возникновения процесса, опасные факторы и особенности тушения. Проведена сравнительная оценка эффективности различных огнетушащих веществ.

Ключевые слова: электромобиль, термический разгон, литий-ионная батарея, пожарная безопасность, тушение, охлаждение.

N. A. Emelyanov

THERMAL RUNAWAY OF LITHIUM-ION BATTERIES IN ELECTRIC VEHICLES: LITERATURE ANALYSIS AND FIRE SUPPRESSION METHODS

Abstracts: The article examines thermal runaway in lithium-ion batteries used in electric vehicles and the associated fire hazards. The mechanisms of thermal runaway, main risk factors, and features of fire suppression are analyzed. A comparative evaluation of fire extinguishing agents is conducted.

Keywords: electric vehicle, thermal runaway, lithium-ion battery, fire safety, suppression, cooling.

Введение

Рост числа электромобилей сопровождается появлением новых рисков пожарной безопасности, связанных с применением литий-ионных батарей (ЛИБ) высокой энергоёмкости. Основную опасность представляет процесс термического разгона (ТР) — неконтролируемая экзотермическая реакция, приводящая к интенсивному выделению тепла, горючих газов и последующему возгоранию аккумуляторных элементов [10,5].

Пожары электромобилей (ЭМ) характеризуются высокой температурой горения, выделением токсичных газов и возможностью повторного возгорания батареи через длительное время после ликвидации пожара [11]. В связи с этим изучение механизмов ТР и разработка эффективных методов тушения является актуальной задачей обеспечения пожарной безопасности.

Цель работы — анализ механизмов развития термического разгона литий-ионных аккумуляторов электромобилей и оценка эффективности существующих методов пожаротушения.

Основная часть

1. Механизм термического разгона аккумуляторов

Термический разгон представляет собой лавинообразный процесс, возникающий при превышении критической температуры внутри аккумуляторного элемента. Причинами запуска данной реакции могут являться механические повреждения, внутренние короткие замыкания, перезаряд, перегрев или производственные дефекты батарей [10].

Процесс развития термического разгона проходит несколько стадий. При температуре около 90–130 °С происходит разложение твёрдоэлектролитной межфазной границы. При дальнейшем нагреве плавится сепаратор, что вызывает внутреннее короткое замыкание и интенсивное тепловыделение. При температурах выше 200 °С происходит разложение катодного материала с выделением кислорода, поддерживающего горение даже без доступа воздуха.

После инициирования ТР в одной ячейке возникает риск каскадного отказа (cascading failure), при котором тепло и газовые продукты реакции распространяются на соседние элементы, вызывая их последовательное воспламенение. [5]

Температура в зоне реакции может превышать 800–1000 °С, что приводит к воспламенению выделяющихся газов и возникновению устойчивого горения [2].

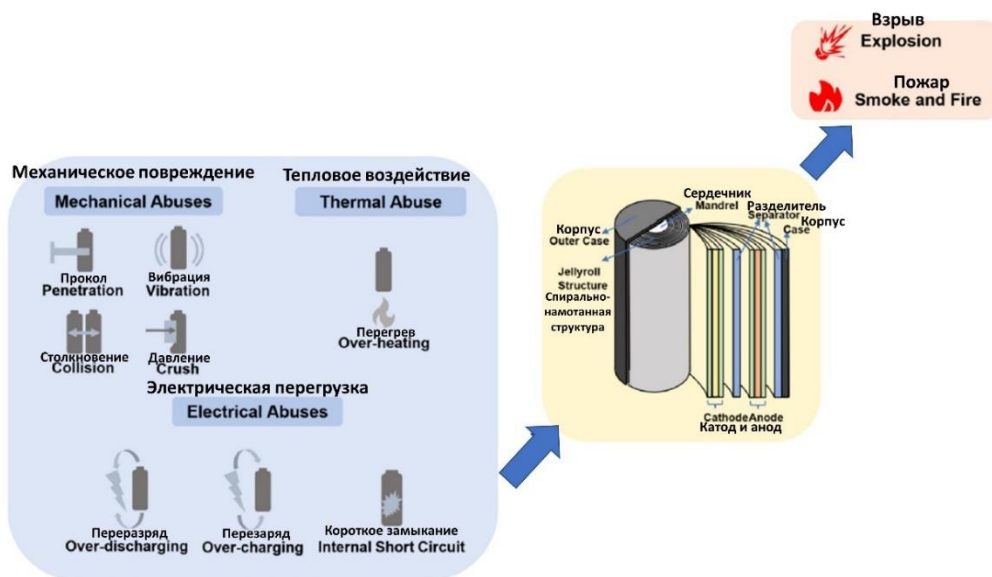


Рис. 1. Факторы, способствующие возникновению термического разгона

2. Основные опасные факторы пожаров электромобилей

Пожары аккумуляторных батарей сопровождаются рядом специфических опасных факторов. Одним из наиболее значимых является выделение токсичных и горючих газов, включая водород (H_2), метан (CH_4), этилен (C_2H_4), этан (C_2H_6) и пропилен (C_3H_6) [10]. Одновременно образуются токсичные соединения - оксид углерода (CO), фтористый водород (HF) и цианистый водород (HCN) [2].

Дополнительную опасность представляет возможность повторного воспламенения батареи вследствие сохранения внутренних реакций даже после внешнего охлаждения [7]. Кроме того, тушение пожара осложняется наличием высоковольтных электрических систем, напряжение которых может достигать нескольких сотен вольт [3].

Выделение горючих газов создаёт риск взрыва парогазового облака (ВПО). Наибольшая вероятность подобных инцидентов (70 %) отмечается в замкнутых пространствах - подземных паркингах, гаражах и тоннелях [9].



Рис. 2. Взрыв парогазового облака на подземной парковке

3. Эффективность средств тушения

Наиболее эффективным охлаждающим агентом при тушении пожаров ЭМ остаётся вода, благодаря её высокой теплоёмкости и способности быстро снижать температуру очага. Однако эффективность её применения ограничена герметичностью аккумуляторных модулей, а также значительными объёмами, необходимыми для полного охлаждения ЛИБ. По данным практических наблюдений, расход воды при тушении одного электромобиля может достигать 10 000 - 11 000 литров, а средняя продолжительность тушения - 7 часов [1, 6].

Добавление смачивателей к воде позволяет повысить её проникающую способность и теплопередачу, улучшая контакт с нагретыми элементами батареи. Это даёт возможность снизить расход воды и ускорить охлаждение.

Газовые, порошковые и галогенированные агенты, несмотря на высокую электрическую безопасность, не обеспечивают достаточного охлаждения, а также не препятствуют экзотермическим реакциям внутри батарейного блока.

4. Средства точечной доставки огнетушащих веществ и конструктивные решения

В последние годы разработаны специальные технические средства для тушения аккумуляторных батарей электромобилей: стволы-пробойники и установки гидроабразивной резки, позволяющие подавать огнетушащее вещество непосредственно внутрь аккумуляторного блока [4, 6, 8].

Перспективным инженерным решением является технология Fireman Access, предусматривающая наличие специального лючка в конструкции батареи для подачи воды внутрь аккумуляторного модуля.



Рис. 3. Система Fireman Access от компании Renault

В целях повышения пожарной безопасности перспективным направлением является разработка стандартизированных систем для подачи ОТВ - встроенных портов или «сухотрубов», соединённых с внутренними полостями батарейного блока.

Такие решения позволят пожарным обеспечивать точечное охлаждение без необходимости вскрытия корпуса [5, 6].

Заключение

Пожары электромобилей имеют специфические особенности, обусловленные процессом термического разгона ЛИБ. Основными опасными факторами являются высокая температура реакции, выделение токсичных газов и возможность повторного возгорания батареи.

Наиболее эффективным способом тушения таких пожаров является применение водных составов со смачивателями, что позволяет повысить эффективность проникновения огнетушащего вещества внутрь батарейных модулей.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка специальных конструктивных решений аккумуляторных систем и совершенствование тактики тушения пожаров электромобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аубакиров С.Г., Джумагалиев Р.М. Как и чем тушить электромобили? (Сравнительный анализ способов тушения пожаров электромобилей) // *Центр по чрезвычайным ситуациям и снижению риска стихийных бедствий*. 2024. URL: https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/sravnitelnyi_analiz_sposobov_tusheniya.pdf. (дата обращения 14.10.2025).
2. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей // *Бюллетень результатов научных исследований*. - 2023. №1. - С. 38–51. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51.
3. Николаев В.А., Бажанова Е.С. Возможные способы пожаротушения электромобилей в современном мире. // *Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ»*. 2025. №2(83). Т. 2. С. 763–769.
4. Официальный сайт компании «Murer». // URL: www.murerfeuerschutz.de. (дата обращения 20.10.2025).
5. Пивоваров Ю.Н., Зыков В.В., Гладких А.Н., Петухов А.Н. Особенности действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров автомобилей с электродвигателем. // *Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник»*. 2022. №2. С. 157–165. DOI: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.67.43.018.
6. Харламенков А.С. Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 4 // *ПОЖАРОВЗРЫВООБЕЗОПАСНОСТЬ*. 2023. №4. Т. 32. С. 86–90. DOI: 10.22227/0869-7493.2023.32.04.86-90.
7. Bugryniec P., Resendiz E., Nwophoke S., Khanna S., James C., Brown S. Review of gas emissions from lithium-ion battery thermal runaway failure-Considering toxic and flammable compounds. // *Journal of Energy Storage*. 2024. Vol. 87(4). P. 111288. DOI: 10.1016/j.est.2024.111288.
8. ColdCut Systems. A proven solution for EV fires. // URL: <https://www.coldcutsystems.com/news/a-proven-solution-for-ev-fires/>. (дата обращения 20.10.2025).
9. Meraner C. Car park fires: A review of fire incidents, progress in research and future challenges. // *Proceedings of Seventh International Conference on Fires in Vehicles. Stavanger, Norway*. 2023. P. 7–23. URL: <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-67533>.
10. Yixin D., Aidin P. Thermal runaway process in lithium-ion batteries: A review. // *Next Energy*. 2025. Vol. 6. P. 100186. DOI: 10.1016/j.nxener.2024.100186.

11. Zibo Ye, Xingfeng Fu. Experimental and simulation investigation on suppressing thermal runaway in battery pack. // *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. P. 38830887. DOI: 10.1038/s41598-024-62408-1.

УДК 614

Д.С. Еременко, Д.Е. Цветков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Аннотация: В статье исследуется современное состояние нормативно-правового регулирования обеспечения пожарной безопасности объектов защиты в Российской Федерации. Проводится анализ ключевых проблем действующей системы: неоднозначность трактовок требований нормативных документов, противоречия между актами, несовершенство риск-ориентированного подхода и инструментария специальных технических условий. Рассматриваются основные направления совершенствования правовой базы, включая переход к параметрическим методам нормирования, усиление персональной ответственности эксплуатирующих организаций, цифровизацию контрольно-надзорной деятельности и внедрение современных образовательных стандартов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, объекты защиты, нормативно-правовое регулирование, технический регламент, риск-ориентированный подход, параметрическое нормирование, специальные технические условия, государственный пожарный надзор.

D.S. Eremenko, D.E. Tsvetkov

IMPROVEMENT OF THE REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF ENSURING FIRE SAFETY OF PROTECTION OBJECTS

Abstracts: The article examines the current state of regulatory legal regulation of fire safety of protection objects in the Russian Federation. An analysis of key problems of the current system is carried out: ambiguity of interpretation of requirements of regulatory documents, contradictions between acts, imperfection of the risk-based approach and the tools of special technical conditions. The main directions for improving the legal framework are considered, including the transition to parametric standardization methods, strengthening personal responsibility of operating organizations, digitalization of control and supervisory activities and the introduction of modern educational standards.

Keywords: fire safety, protection objects, regulatory legal regulation, technical regulations, risk-based approach, parametric standardization, special technical conditions, state fire supervision.

Нормативное правовое регулирование в области обеспечения пожарной безопасности является одним из ключевых факторов, определяющих уровень защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров. В Российской Федерации действует многоуровневая система нормативных правовых актов и нормативных документов, которая включает федеральные законы, подзаконные акты, своды правил, национальные и межгосударственные стандарты. Однако процесс формирования нормативно-технической базы и применения соответствующих требований сопряжён с рядом проблем, требующих системного анализа и выработки научно обоснованных путей их решения. Постоянное совершенствование нормативной базы является необходимым условием повышения уровня пожарной безопасности и оптимизации контрольно-надзорной деятельности [1].

Нормативно-правовая база в сфере пожарной безопасности сталкивается с рядом системных проблем и противоречий. Так, например, формулировки в ключевых документах неоднозначны и вызывают споры. Например, СП 4.13130.2013 подвергается критике из-за нечетких определений и кажущихся противоречий. Кроме того, применение новых норм к объектам, построенным до вступления в силу технического регламента, вызывает разногласия между собственниками и надзорными органами. Неопределенность терминологии создает риски для проектировщиков и собственников, а также приводит к судебным разбирательствам. Нормативные правовые акты и документы в области пожарной безопасности могут иметь разногласия по поводу их статуса и роли как источников права. Специальные технические условия (СТУ) важны для объектов, не соответствующих действующим нормам, однако их применение связано с рядом уязвимостей [4, 5].

Существенной проблемой остаётся недостаточная гармонизация требований между нормативными документами в области строительства и пожарной безопасности. Как отмечается в научных работах, посвящённых совершенствованию технического регулирования, устранение этих противоречий является одной из приоритетных задач. Надзорные органы МЧС России регулярно фиксируют нарушения пожарной безопасности даже на объектах с ранее пройденной экспертизой, что свидетельствует о недостаточной эффективности существующей системы контроля на этапах проектирования и строительства.

В целях повышения эффективности риск-ориентированного подхода подготовлен проект постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Правила оценки соответствия объектов защиты

(продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска». Проект уточняет содержание независимой оценки пожарного риска, включающей: а) анализ документов, характеризующих пожарную опасность объекта защиты; б) визуальное обследование объекта защиты; в) проведение экспертом исследований, испытаний и расчётов в установленных случаях; г) подготовку вывода о выполнении (невыполнении) требований пожарной безопасности. Документ вступил в силу с 1 марта 2025 года [6]. Кроме того, с 1 сентября 2025 года вступили в силу изменения в правила аттестации должностных лиц, осуществляющих деятельность в области независимой оценки пожарного риска (постановление Правительства Российской Федерации от 18 марта 2025 года № 328). Сокращён общий срок оказания услуги по аттестации с 9 до 7 рабочих дней, упрощена процедура переноса квалификационного экзамена, а также введены дополнительные требования к заявлению об аттестации. Эти меры направлены на повышение качества и доступности института независимой оценки пожарного риска.

Проводится систематическая актуализация сводов правил по пожарной безопасности. В 2025 году МЧС России выпустило ряд распоряжений, которые модифицировали существующие строительные нормы. Среди прочих, были внесены поправки в СП 484.1311500.2020, регулирующий нормы и правила проектирования систем пожарной сигнализации и автоматизации противопожарной защиты. Также были обновлены списки стандартов, служащих для выполнения требований Федерального закона № 123-ФЗ.

С 1 сентября 2025 года начали действовать усовершенствованные Правила противопожарного режима. Эти правила учитывают современные условия и усиливают ответственность на всех этапах, начиная от обеспечения объектов необходимым оборудованием и заканчивая квалификацией персонала [6].

*Таблица. Ключевые направления совершенствования
нормативно-правовой базы*

Развитие системы профилактики нарушений обязательных требований	В последние годы государственная политика в области пожарной безопасности переориентировалась с наказаний на превентивные меры. МЧС России разработало программы на 2025–2026 годы для минимизации угроз, охватывающие федеральный пожарный надзор и контроль за тушением пожаров. С 1 июля 2021 года вступил в силу Федеральный закон № 248-ФЗ, систематизировавший профилактическую деятельность, включая информирование, анализ практики, выдачу предостережений, консультации и

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

	профилактические визиты. Закон также установил более детальный регламент этих визитов для унификации и повышения прозрачности.
Совершенствование технического регулирования в области пожарной безопасности	Приказом Росстандарта от 31 октября 2025 года № 2367 утверждена Программа национальной стандартизации на 2026 год и дальнейшую перспективу, предусматривающая системное обновление стандартов в области противопожарной защиты.
Реформирование правил противопожарного режима	Постановлением Правительства РФ № 90, датированным 3 февраля 2025 года, были внесены корректировки в действующие Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Данные Правила были утверждены ранее, 16 сентября 2020 года, Постановлением № 1479. Эти поправки, которые вступили в законную силу с 1 сентября 2025 года, охватили значительное количество аспектов, касающихся пожарной безопасности. В частности, был пересмотрен перечень ограничений, применяемых к объектам защиты. Это коснулось, среди прочего, эксплуатации чердачных, подвальных и цокольных этажей, а также помещений, предназначенных для вентиляционных систем и других технических нужд, наряду с площадками у лифтов.
Цифровизация процедур подтверждения соответствия	С 1 марта 2026 года декларации пожарной безопасности будут подаваться через Единый портал госуслуг с электронной подписью. Документ должен быть заверен квалифицированной электронной подписью, но при соблюдении условий допускается неквалифицированная. Проект приказа МЧС вводит систему идентификации заявителей по категориям для определения риска объекта надзора. Новая форма декларации требует внимательного изучения.
Совершенствование независимой оценки пожарного риска и квалификации специалистов	С 1 марта 2025 года вступил в силу Федеральный закон № 370-ФЗ, вводящий обязательную независимую оценку квалификации (НОК) для специалистов, ответственных за пожарную безопасность. Данная мера направлена на повышение профессионального уровня лиц, осуществляющих разработку мер пожарной безопасности и проведение независимой оценки пожарного риска.
Развитие добровольной	Федеральным законом от 23 мая 2025 года № 119-ФЗ внесены изменения в Федеральный закон «О

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

пожарной охраны	добровольной пожарной охране», устанавливающие требования к уровню пожарно-технических знаний добровольных пожарных. Указанные изменения направлены на повышение подготовки добровольных пожарных формирований, играющих важную роль в обеспечении пожарной безопасности в сельской местности и на объектах с низкой категорией риска.

МЧС России на постоянной основе проводит работу по совершенствованию нормативного правового регулирования и оптимизации требований пожарной безопасности в тесном сотрудничестве с профильными экспертными и бизнес-сообществами. Утверждены программы профилактики рисков причинения вреда охраняемым законом ценностям при осуществлении федерального государственного пожарного надзора на 2025 и 2026 годы, что свидетельствует о системном подходе к планированию контрольно-надзорной деятельности. Проведённый анализ позволяет сформулировать следующие основные выводы и предложения по совершенствованию нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты [8-12].

1. Действующая нормативно-правовая база в целом обеспечивает необходимый уровень пожарной безопасности, однако характеризуется рядом системных проблем: неоднозначность трактовки требований, противоречия между нормативными документами, несовершенство риск-ориентированного подхода, недостаточная определённость правового статуса нормативных документов.

2. Приоритетными направлениями совершенствования являются: переход к параметрическим методам нормирования; актуализация и гармонизация сводов правил и стандартов; совершенствование института независимой оценки пожарного риска; усиление персональной ответственности эксплуатирующих организаций; развитие системы государственного пожарного надзора на основе риск-ориентированного подхода; цифровизация контрольно-надзорной деятельности; внедрение современных образовательных стандартов.

3. Для повышения правовой определённости и эффективности правового регулирования необходимо осуществить чёткую систематизацию и правовое закрепление положения нормативных документов (сводов правил, стандартов) в системе источников права, что позволит снизить количество споров и судебных разбирательств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 1994. — № 35. — Ст. 3649.
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2008. — № 30 (ч. I). — Ст. 3579.
3. Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2010. — № 1. — Ст. 5.
4. Барановский, А.С. До основания, а затем... Реформа технического регулирования и проблемы обеспечения пожарной безопасности в условиях современного нормативно-правового поля / А.С. Барановский, Е.Е. Кирюханцев, Е.А. Мешалкин // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. — 2025. — № 1. — С. 1–15.
5. Письмо МЧС России 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». — URL: <https://base.garant.ru/410552275/> (дата обращения: 03.04.2026).
6. Проект Постановления Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Правила оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска» (подготовлен МЧС России 24.06.2024). — URL: <https://base.garant.ru/56994831/> (дата обращения: 03.04.2026).
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 марта 2025 г. № 328 «О внесении изменений в Правила аттестации должностных лиц, осуществляющих деятельность в области оценки пожарного риска» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2025. — № 12. — Ст. 1890.
8. Федосов С.В. [и др.] Строительные материалы для противопожарных преград на текстильных предприятиях, их классификация и пожарная опасность // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2025. № 6 (420). С. 268-275.
9. Лазарев А.А. [и др.] Анализ результатов контрольной деятельности в области пожарной безопасности в 2023-2024 годах // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса "Государственный надзор" за 2024 год. Результаты научных мероприятий: три внутриакадемические научно-практические семинары; внутриакадемический круглый стол. Иваново, 2025. С. 52-57.
10. Мочалова Т.А. [и др.] Разработка методологических основ взаимодействия надзорных органов и общественных объединений, направленных на обеспечение пожарной безопасности в торговых центрах // Современные проблемы гражданской защиты. 2025. № 1 (54). С. 71-77.

11. Лазарев А.А., Аверина Е.А. Разработка алгоритма совершенствования технологии по учету результатов надзорной деятельности в области пожарной безопасности // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 225-229.

12. Пеньков И.В. [и др.] Результаты испытания технических средств для мониторинга пожарной безопасности дымоходов печей // Современные проблемы гражданской защиты. 2025. № 3 (56). С. 33-39.

УДК 614.841

Н.В. Железов, А.А. Пырхова, В.Е. Горский, Д.В. Сорокин, В.А. Комельков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД 2020–2025 ГГ.

Аннотация: литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) широко применяются в бытовой электронике, электромобилях, энергетических системах хранения и других областях благодаря высокой удельной энергоёмкости, длительному сроку службы и низкому саморазряду. Однако с ростом количества использования в повседневной жизни и удешевлением производства в последние годы растёт число инцидентов, связанных с возгоранием и взрывом литий-ионных батарей. В настоящей статье представлен систематический анализ пожаров литий-ионных батарей за период 2020–2025 гг. на примере электромобилей.

Ключевые слова: литий-ионные батареи, пожарная безопасность, анализ, электромобили.

N.V. Zhelezov, A.A. Pyrkhova, V.E. Gorsky, D.V. Sorokin, V.A. Komelkov

ANALYSIS OF LITHIUM-ION BATTERY FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION IN 2020–2025

Abstracts: Lithium-ion batteries (LIBs) are widely used in consumer electronics, electric vehicles, energy storage systems, and other applications due to their high energy density, long lifespan, and low self-discharge. However, with the increasing use of LIBs in daily life and the decreasing cost of production in recent years, there has been an increase in incidents involving lithium-ion battery fires and explosions. This article provides a systematic analysis of lithium-ion battery fires from 2020 to 2025, focusing on electric vehicles.

Keywords: lithium-ion batteries, fire safety, analysis, electric vehicles.

Рост глобального спроса на литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) обусловлен переходом к устойчивым источникам энергии и электрификацией транспорта. По данным за 2023 год, мировой объём производства ЛИА превысил 1 ТВт·ч. Однако вместе с масштабированием применения возрастает и риск возникновения пожаров, обусловленных внутренними и внешними факторами. Пожары ЛИА отличаются высокой интенсивностью, трудностью тушения и способностью к повторному возгоранию.

Одним из наиболее ярких случаев возгорания являются пожары электромобилей. Электромобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от независимого источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов и т. п.) В основном используются именно литий-ионные аккумуляторы. В России их применение активно развивается в контексте национальных проектов, таких как «Экология», «Цифровая экономика» и «Наука», а также в рамках импортозамещения и энергетического перехода.

На июль 2025 года зарегистрировано свыше 65000 электромобилей и запущено около 2400 электробусов. [4]

К особенностям горения при пожарах литий-ионных аккумуляторов относятся:

1. Высокая температура горения: от 1000 до 2700 °С — это зависит от мощности аккумулятора;
2. Токсичность продуктов горения: выделение фтористого водорода (HF), угарного газа, летучих органических соединений, токсичных тяжёлых металлов (мышьяка, кадмия, хрома, никеля, свинца), а также цианистого водорода;
3. Сложность тушения: требуется большое количество воды (до 11 000 л на один электромобиль, Рисунок), специальный контейнер для тушения электромобилей (опыт Дании);
4. Возможность повторного возгорания: через часы или даже дни после «успешного» тушения из-за остаточного тепла и продолжающихся химических реакций.

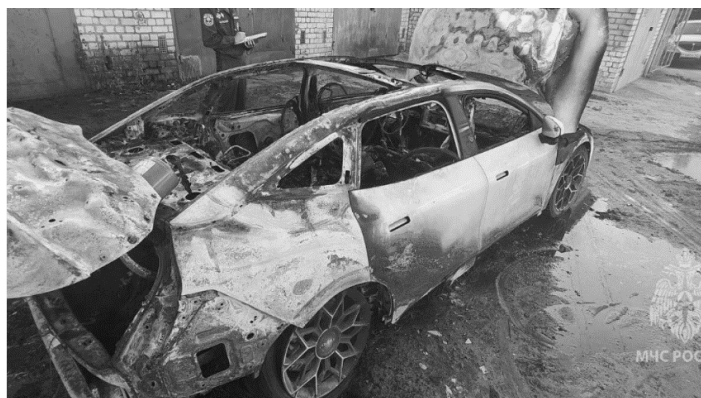


Рисунок. Горение электромобилей

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

В табл. 1 представлены данные о проданных автомобилях с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и электромобилях, исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что доля рынка электромобилей по отношению к автомобилям с ДВС достаточно мала, но с каждым годом количество заметно растёт. Соотношение: 2020 год – 0,04 %, 2021 год – 0,14 %, за 2022 год – 0,43 %, за 2023 год – 1,34 %, за 2024 год – 1,15 %. [5]

Таблица 1. Сравнительная таблица проданных автомобилей и электромобилей в России 2020–2025 гг.

Год	Автомобили с ДВС	Электромобили
2020	1 584 659	698
2021	1 663 131	2 251
2022	683 129	2 934
2023	1 049 818	14 074
2024	1 550 331	17 773
Всего зарегистрировано	56 437 121	65200

В табл. 2 представлено процентное соотношение пожаров и количества электрокаров, которое гораздо выше, чем у автомобилей с ДВС, однако, со стремительным ростом количества электромобилей, хотя и увеличивается количество пожаров, процентное соотношение становится меньше [1, 2].

Таблица 2. Соотношение стоящих на учёте автомобилей с количеством пожаров

Год	Автомобили с ДВС	Пожары	Соотношение, %
2020	48 201 124	17061	0,036
2021	50 309 283	17239	0,034
2022	50 673 213	15047	0,029
2023	45 740 021	16021	0,035
2024	46 810 321	18443	0,039
Год	Электромобили	Пожары	Соотношение, %
2020	846	2	0,24
2021	2949	10	0,34
2022	5883	37	0,63
2023	19957	89	0,45
2024	37730	120	0,32

Возгорание автомобилей с электрическими батареями чаще всего связано с аварийным режимом работы электрооборудования. Оно может находиться непосредственно в автомобиле, что указывает на техническую неисправность. Также, причиной пожара может стать несоответствие тока, поступаю-

щего от зарядных колонок, из-за чего оборудование в автомобилях не выдерживает напряжения.

Применение литий-ионных аккумуляторов в России будет неизбежно расти в контексте энергетического перехода. Однако без системного подхода к обеспечению безопасности оно может привести к увеличению числа пожаров с тяжёлыми последствиями. [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика пожаров и их последствия за 2024 год. Информационно-аналитический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2024 году. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025.
2. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2024 год. Статистические данные. - URL: https://87.mchs.gov.ru/uploads/resource/2025-04-25/11-statisticheskie-dannye_1745532917320520496.pdf (Дата обращения: 19.10.2025).
3. МЧС России. Официальный сайт. - URL: <https://mchs.gov.ru/> [Дата доступа: 25.10.2025].
4. Аналитическое агентство Автостат. Официальный сайт. - URL: <https://www.autostat.ru/> (Дата обращения: 23.10.2025).
5. Статистика продаж автомобилей в России. Официальный сайт. - URL: <https://www.chinamobil.ru/> (Дата обращения: 19.10.2025).

УДК 614.847.21

Б.А. Житнухин

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

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПОКРЫВАЛ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ОТКРЫТОГО ПЛАМЕНИ ПРИ ПОЖАРАХ КЛАССА В

Аннотация: Рассмотрены подходы к повышению изоляционной способности и огнестойкости противопожарных покрывал для пожаров класса В. Проведён анализ огнестойких тканей и перспективных направлений модификации антипиренами, наноструктурами и аэрогелями. Показано, что комбинирование базальтовых и кремнеземных волокон с нанопокрывтиями повышает устойчивость к пламени.

Ключевые слова: противопожарное покрывало, пожар класса В, огнестойкость, изоляционная способность, антипирены, наноструктуры, аэрогели.

B.A. Zhitnukhin

METHODS OF INCREASING THE INSULATING ABILITY AND RESISTANCE OF FIRE-FIGHTING COVERINGS TO THE EFFECTS OF OPEN FLAMES IN CLASS B FIRES

Abstracts: Approaches to increasing the insulating capacity and fire resistance of fire-resistant covers for class B fires are considered. An analysis of fire-resistant fabrics and promising directions for modification with flame retardants, nanostructures, and aerogels is conducted. It is shown that the combination of basalt and silica fibers with nanocoatings increases the resistance to flame.

Keywords: fire-resistant cover, class B fire, fire resistance, insulating capacity, flame retardants, nanostructures, aerogels.

Противопожарные покрывала представляют собой гибкие полотнища из негорючего или огнестойкого материала, предназначенные для изоляции очага горения от доступа к нему кислорода, типовой вид противопожарного покрывала представлен на рис. 1.



Рис. 1. Противопожарное полотно «ПП-300»

В Российской Федерации требования к данному типу первичных средств пожаротушения установлены национальным стандартом ГОСТ Р 59693-2021 «Покрывала для изоляции очага возгорания. Общие технические требования. Методы испытаний» [1]. Согласно п. 1.1 указанного стандарта, покрывала применяются для тушения или локализации горения твердых веществ, горючих жидкостей и оборудования под напряжением не более 380 В, защиты го-

рючих конструкций и оборудования при проведении огневых работ, а также в качестве средства индивидуальной защиты тела человека при эвакуации и самоспасании из зоны пожара [1].

Принцип действия противопожарного покрывала основан на прекращении доступа кислорода в зону горения. Плотное прижатие полотна к горячей поверхности перекрывает поступление окислителя, что приводит к затуханию пламени. Простота использования и отсутствие необходимости в специальной подготовке оператора делают покрывала особенно востребованными в бытовых условиях и на производственных объектах. Эксплуатационные затраты на данный вид первичных средств пожаротушения фактически равны нулю, так как они не требуют ремонта, перезарядки и технического обслуживания [2].

Пожары класса В, связанные с горением жидких горючих веществ, предъявляют повышенные требования к изоляционной способности покрывал. В отличие от пожаров класса А (горение твёрдых веществ), при тушении жидкостей покрывало должно выдерживать интенсивное пламя, препятствовать проникновению паров горючего через структуру ткани и не допускать повторного воспламенения. Согласно таблице 1 ГОСТ Р 59693-2021, огнетушащая способность покрывал по классу В для индивидуальных изделий должна составлять не менее ранга 8В, а для коллективных – не менее 34В; устойчивость к воздействию открытого пламени – не менее 20 с, устойчивость материала верха к контакту с нагретой до $(400 \pm 5)^\circ\text{C}$ поверхностью – не менее 15 с, устойчивость к воздействию падающего теплового потока 5 кВт/м^2 – не менее 100 с [1].

Основу покрывала составляет негорючая или огнестойкая ткань. Можно выделить четыре класса материалов: асбестовые, стеклянные, базальтовые и кремнеземные. Асбестовые ткани, несмотря на природную негорючесть, практически не применяются из-за канцерогенной опасности [2]. Стеклоткани выдерживают до 550°C , характеризуются малым весом и высокой прочностью. Базальтовые ткани, получаемые из расплава горных пород, обладают максимальной рабочей температурой около 700°C (кратковременно до 900°C) и более высокой механической прочностью по сравнению со стеклом, а также экологически безопасны [3]. Кремнеземные ткани на основе SiO_2 способны устойчиво работать при температурах до 1250°C , однако уступают базальтовым по механической прочности [2, 3]. Сравнительные характеристики материалов приведены в таблице.

Для покрывал, эксплуатируемых при горении жидкостей класса В, предпочтительны базальтовые и кремнеземные ткани как обладающие наилучшим сочетанием термической стойкости и механической прочности.

Традиционные методы огнезащиты текстиля основаны на применении антипиренов – фосфор-, азот- и борсодержащих соединений, наносимых пропиткой или поверхностным покрытием. Однако такие пропитки склонны к

вымыванию и теряют эффективность при длительном тепловом воздействии [4].

Таблица. Сравнительные характеристики огнестойких тканей

№ п/п	Характеристика	Стеклоткань	Базальтовая ткань	Кремнеземная ткань
1	2	3	4	5
1.	Макс. рабочая температура, °С	550	700	1250
2.	Кратковременный нагрев, °С	700	900	1700
3.	Плотность, кг/м ³	100–200	100–150	150–250
4.	Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,035–0,045	0,034–0,040	0,038–0,055
5.	Группа горючести	НГ	НГ	НГ

Более перспективными являются вспучивающиеся нанопокрывтия, формируемые методом послойной сборки. При нагреве они образуют пористый коксовый барьер, резко снижающий теплопередачу. В работах Grunlan J. С. с соавторами впервые показано, что многослойные покрытия из возобновляемых полиэлектролитов на хлопке обеспечивают самозатухание материала со снижением пиковой скорости тепловыделения на 51 % [5].

Особое значение имеет модификация покрытий углеродными наноструктурами. Исследования Иванова А. В. с соавторами показали, что введение многослойных углеродных нанотрубок в концентрации 0,10–1,25 % об. в вспучивающиеся огнезащитные составы повышает их термическую стабильность: потеря массы модифицированного образца происходит на 20–30 % медленнее, а адгезионная прочность возрастает до 40 %. При электрофизическом воздействии достигается упорядочение нанотрубок в матрице и снижение напряжённости электрического поля при нанесении на 40–50 %, что улучшает равномерность покрытия и его прочностные характеристики [6].

Интеграция аэрогелей в текстильные основы открывает дополнительные возможности. Нанесение дисперсий кремнеземного аэрогеля на стекловолоконное полотно позволяет получить гибкое термоизоляционное покрытие с чрезвычайно низкой теплопроводностью и гидрофобностью, что предотвращает впитывание горючих жидкостей [7].

Перспективным направлением также является использование фторкетонов (например, перфтор-2-метил-3-пентанона, известного как Novac 1230) в качестве модифицирующих добавок к пропиточным составам покрывала. Фторкетоны обладают высокой огнетушащей эффективностью и низкой. В составе покрывала они могут высвобождаться при термическом разложении связующего, создавая локальную газовую среду, ингибирующую реакции горения

в газовой фазе, и одновременно обеспечивая охлаждение за счёт высокой теплоёмкости испарения. Это способствует подавлению пламени и предотвращению повторного воспламенения, что критически важно для пожаров класса В.

Применительно к покрывалам для пожаров класса В наиболее эффективным представляется многослойное решение, объединяющее прочную базальтовую или кремнеземную основу, вспучивающееся нанопокрывтие с углеродными нанотрубками, гидрофобный аэрогелевый слой и микрокапсулированные фторкетоны, схематично представленные на рис. 2.

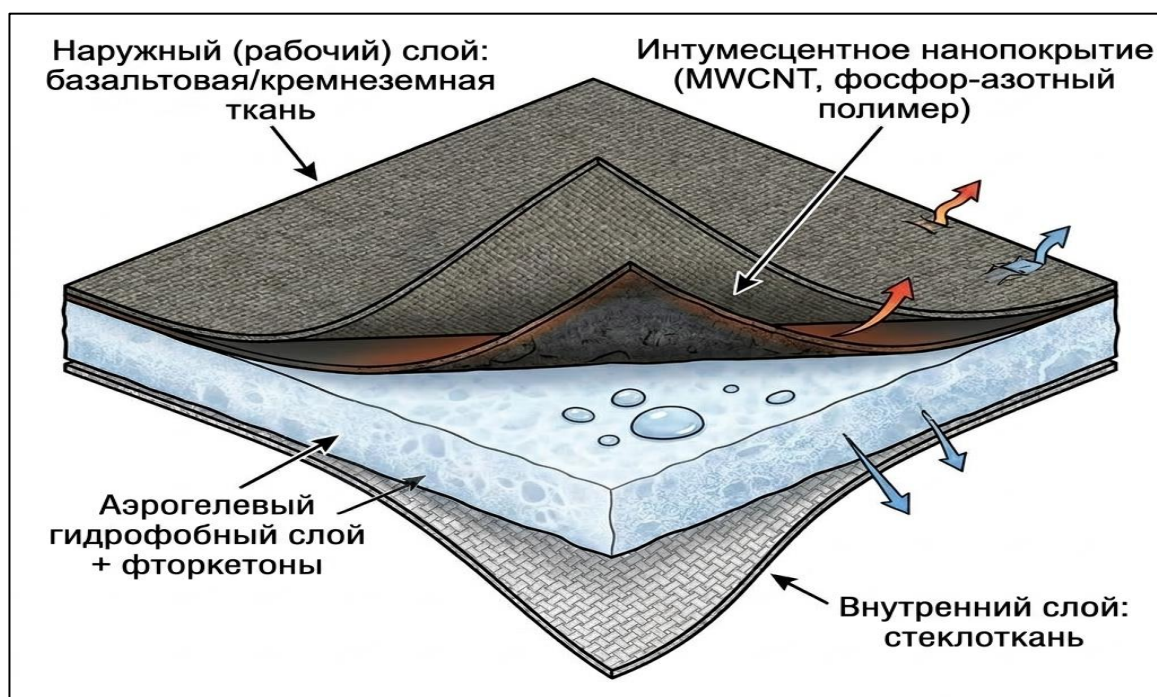


Рис. 2. Предлагаемая структура многослойного противопожарного покрывала нового поколения

Такая конструкция сочетает термостойкость основания, активную огнезащиту вспучивающегося барьера, гидрофобность аэрогеля и газофазное ингибирование фторкетонами.

Таким образом, в результате проведенного анализа установлено: что для изготовления покрывал, эксплуатируемых при пожарах класса В, наиболее рациональными являются базальтовые и кремнеземные ткани с применением вспучивающихся нанопокрывтий, где при интеграции аэрогелевых слоёв и добавок фторкетонов обеспечивает гидрофобность, газофазное ингибирование и дополнительную тепловую защиту покрывала.

Создание многослойных покрывал, комбинирующих базальтовую/кремнеземную основу, нанокompозитное вспучивающееся покрытие, аэрогель и фторкетоны является перспективным направлением. Это позволит

повысить огнетушащую способность по классу В и надёжность изоляции очага горения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59693-2021. Покрывала для изоляции очага возгорания. Общие технические требования. Методы испытаний : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2021 г. № 976-ст : введен впервые : дата введения 2021-11-01. – Москва : Российский институт стандартизации, 2021. – 16 с. – Текст : непосредственный;
2. Негорючая ткань: виды, свойства, применение. – Текст : электронный // Fireman.club : [сайт]. – 2024. – URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/negoryuchaya-tkan/> (дата обращения: 19.04.2026);
3. Базальтовая ткань – что это? – Текст : электронный // Уралбаск.рф : [сайт]. – 2024. – URL: <https://уралбаск.рф/blog/bazaltovaya-tkan-chto-eto> (дата обращения: 20.04.2026);
4. Alongi J., Carosio F., Malucelli G. Update on Flame Retardant Textiles: State of the Art, Environmental Issues and Innovative Solutions. – Smithers Rapra, 2013. – 380 p;
5. Grunlan J.C. et al. Flame-Retardant Materials: Intumescent All-Polymer Multi-layer Nanocoating Capable of Extinguishing Flame on Fabric // Advanced Materials. – 2011. – Vol. 23, Is. 34. – P. 3926–3930;
6. Иванов А.В., Боева А.А., Дементьев Ф.А., Рябов А.А. Модификация тонкослойных огнезащитных покрытий многослойными углеродными нанотрубками: физико-технологические принципы и методика применения для объектов трубопроводного транспорта // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28, № 5. – С. 39–50;
7. Zhang Y. et al. High performance thermal insulation blanket integrated with silica aerogel composites // Journal of Sol-Gel Science and Technology. – 2025. – Vol. 113. – P. 1123–1135.

УДК 614.84.31

М.В. Загуменнова, А.Г. Фирсов, Е.С. Преображенская
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПОЖАРНО-ИНСПЕКЦИОННЫХ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: В статье уделено внимание автономным робототехническим устройствам, осуществляющим инспекционные функции. Рассмотрена возможность создания на основе современных киберфизических систем пожарного робота-инспектора. Определены его основные функции и направления деятельности, а также задачи, которые необходимо решить при использовании его в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, робот-инспектор, киберфизические системы, искусственный интеллект.

M.V. Zagumennova, A.G. Firsov, E.S. Preobrazhenskaya

USE OF MODERN IT TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL FIRE INSPECTION CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Abstracts: The article focuses on autonomous robotic devices performing inspection functions. It considers the possibility of creating a fire inspector robot based on modern cyber-physical systems. Its main functions and areas of activity are defined, as well as the tasks that need to be addressed when using it in the field of fire safety.

Keywords: fire safety, robot inspector, cyber-physical systems, artificial intelligence.

Сегодня наше общество стоит на пороге четвертой промышленной революции. Предпосылками для ее появления стали киберфизические системы. Четвертая промышленная революция характеризуется наличием систем искусственного интеллекта, аналитикой больших данных, облачных и квантовых вычислений, нанотехнологий и нейротехнологий, трехмерной печатью и печатной электроникой, интернетом вещей, дополненной виртуальной реальностью и метавселенной и т.д. «В отличие от предыдущих, эта промышленная революция развивается не линейными, а скорее экспоненциальными темпами» [5]. Ее особенность связана с развитием автономной робототехники, которая способна в недалекой перспективе вытеснить человека из ряда профессий. Надо отметить, что аналогичная ситуация наблюдалась и в период предыдущих промышленных революций.

Автономные робототехнические устройства начинают широко использоваться в сфере транспорта, логистики и доставки. Искусственный интернет активно внедряется в банковскую сферу, медицину, военное дело, юридические услуги, управление (администрирование) и т.д. Интеграция перечисленных выше современных технологий приводит к созданию «умных» программно-технических средств [6]. Сегодня с рынка профессий уже значительно вытеснено среднее звено менеджеров финансовых банков. Расширяется внедрение беспилотных транспортных средств. Под угрозой сокращения находятся ряд медицинских диагностических и логистических профессий.

Одним из приоритетных направлений является – робототехника. Интеграция робототехнических изделий с элементами искусственного интеллекта позволяет создавать «умные» инженерно-технические инструменты, позволяющие выполнять различные диагностические функции. Такие роботы-инспекторы оснащены машинным зрением, необходимым комплексом датчиков, GPS навигацией, широкополосным интернетом, облачным хранением данных и др. необходимыми устройствами. Данный тип роботов позволяет в реальном времени, в зависимости от заложенных функциональных алгоритмов, выявлять даже незначительные отклонения от заданных параметров, оценивать состояние среды и конструкций в недоступных для человека местах. Наличие нейросети обеспечивает быструю обработку полученной информации и последующее отображение результата с целью дальнейшего принятия решения. Современные решения в IT-технологиях позволяют уже не только проводить диагностику, но и осуществлять прогностическую аналитику. Такие системы могут с большой долей вероятности предсказывать возможные отказы и неисправности оборудования за несколько дней до выхода их из строя [4]. Непрерывный контроль за состоянием диагностируемого оборудования с одной стороны снижает затраты на планово-предупредительные ремонты и нагрузку на персонал, а с др. стороны значительно повышает безопасность объектов защиты.

В общем виде под роботами-инспекторами понимаются роботизированные устройства, заменяющие ручной контроль и обеспечивающие постоянный диагностический мониторинг. Роботы-инспекторы делятся на следующие типы: наземные, воздушные, подводные и подземные. Наземный робот-инспектор может самостоятельно перемещаться по территории объекта и осуществлять необходимые диагностические манипуляции. Последние модели таких устройств оснащаются механическими манипуляторами для выполнения простейших сервисных операций. Воздушные роботы-инспекторы (беспилотные летательные аппараты) обеспечивают инспектирование высотных зданий и сооружений, трубопроводов и эстакад, линий электропередач и др. высотных объектов. Подводные и подземные роботы – это узкоспециализированные устройства,

позволяющие оценить состояние подземных либо подводных конструкций. В зависимости от функционального назначения они оснащаются ультразвуковыми дефектоскопами и системами магнитного контроля.

Роботы-инспекторы в зависимости от задач, поставленных перед ними, подразделяются на следующие виды: неавтономные, полуавтономные и полностью автономные. По технологии исполнения они также могут быть стационарными или мобильными. А в зависимости от области применения – роботы-инспекторы предназначены для визуального осмотра, ультразвукового контроля, лазерного сканирующего контроля, термического контроля и контроля качества.

По данным Международной федерации робототехники, количество профессиональных роботов-инспекторов в 2023 г. составило более 205 000 ед., а в финансовом исчислении этот рынок оценивается более 2,8 млрд \$. По мнению экспертов, его объем с 2024 г. ежегодно будет увеличиваться на 13,9 % [3]. По итогам 2024 г. на долю Китая приходилось около 38,6 %, Японии – 21,5%, Италии – 16,4% и Латинской Америки – 7,2% мирового рынка роботов-инспекторов. Ведущими фирмами по выпуску роботов-инспекторов являются: ABB, Cognex, Fanuc, Kuka и Universal Robots. На их долю в совокупном исчислении приходится более 25 % всего мирового рынка. Значительный спрос на роботов-инспекторов связан с интенсивным развитием промышленного производства и ужесточением требований безопасности в т.ч. и в области пожарной безопасности. Наиболее широко и активно роботы-инспекторы применяются сегодня в пожаро-взрывоопасных отраслях промышленного производства, а также на объектах критической инфраструктуры. Не менее интересен опыт по использованию роботов-инспекторов в правоохранительных органах [2]. Например, для определения виновного лица в нарушении правил дорожного движения, поиска подозреваемого по видеокамерам, определение и обезвреживание взрывоопасного предмета и т.д.

Создание профессиональной пожарно-инспекционной кибернетической системы (робота-инспектора) (далее – ПИКС) позволит поднять работу, связанную с обеспечением пожарной безопасности объекта защиты, на совершенно новый уровень. Как показывает практика, инспектор государственного пожарного надзора (далее – инспектор) не всегда обладает необходимым уровнем профессиональных знаний и умением их применять при проведении контрольных (надзорных) мероприятий. В частности, им могут быть предъявлены как завышенные, так и наоборот заниженные требования пожарной безопасности. В силу дефицита времени из-за большой нагрузки и сложности объекта надзора инспектор не всегда успевает полностью и детально обследовать проверяемый объект в установленные сроки, а также вовремя распознать скрытую угрозу возможного пожара (например, нагрев изоляции электропроводки в распаячной коробке или

монтажном коробе). К тому же инспектор не осуществляет постоянный контроль за обеспечением пожарной безопасности объекта надзора. При этом не надо забывать, что кроме поднадзорных объектов есть объекты низкого риска и объекты которым не присвоен риск пожарной опасности, а эти объекты защиты инспектор практически не посещает. Характерным примером могут служить объекты жилого назначения, в которых ежегодно происходит более 30 % пожаров и до 90 % гибели и травмирования людей при пожарах. Даже если предположить, что будут внесены соответствующие изменения в законодательство и инспектору будет предоставлена такая возможность, он физически не справится с этой задачей. Внедрение киберфизического пожарного робота-инспектора позволит решить кадровую проблему, значительно снизить существующую нагрузку на инспекторский состав, устранить конфликт интересов и недобросовестное отношение отдельных инспекторов к выполнению своих прямых обязанностей.

Еще не менее важным аспектом является проведение пожарной профилактики на объектах защиты. В частности, на объектах повышенного и высокого пожарного риска ПИКС могут осуществлять мониторинг пожарной опасности в режиме 7х24. Таким образом, если ПИКС подключен к базе данных требований пожарной безопасности для конкретных объектов защиты, то он может в оперативном режиме сравнивать выявленное потенциальное нарушение с нарушениями в базе данных и посылать соответствующее сообщение. А технология самообучения позволит ему добавлять в базу данных новые варианты и виды нарушений.

Не менее ценной является технология создания цифрового двойника объекта защиты. Когда вся информация о пожарной опасности объекта сосредоточена в едином электронном виртуальном поле, а собранные ПИКС данные позволят обновлять виртуальные модели пожарной обстановки на объекте и прогнозировать возможное ее изменение [1].

Для обследования больших по размеру и сложных в технологическом плане объектов надзора может быть применена роевая диагностическая модель работы нескольких взаимодействующих между собой ПИКС. Каждый рой самостоятельно обследует заданные по координатам территории, оптимизирует маршрут и методы диагностики, а координацию своих действий осуществляет через облачные системы управления. Или возможно использование комбинированной модели работы ПИКС на разных технологических платформах.

ПИКС в своей компоновке должен иметь универсальную платформу, способную адаптироваться к различным типам объектов защиты и условиям работы. Использование модульных систем с заменяемой диагностической аппаратурой позволит использовать одни и те же платформы для решения широкого круга задач в обеспечении пожарной безопасности. А развитие в дальнейшем систем энергоснабжения (в т.ч. аккумуляторных батарей)

позволит ПИКС работать несколько месяцев без вмешательства обслуживающего персонала.

Однако для реализации данной идеи необходимо решить ряд существенных проблем. Во-первых, осуществить разработку нескольких вариантов прототипа ПИКС на разных технологических платформах и соответственно инспекционного оборудования. Провести серию испытаний в различных климатических условиях и на разных типах объектов надзора. Разработать алгоритмы коммуникационного взаимодействия устройств. Создать формализованную базу данных требований пожарной безопасности. Подготовить специалистов по обслуживанию ПИКС. Наладить серийный выпуск данных устройств. Во-вторых, необходимо внести изменения в существующее законодательство о применении ПКС. Законодательно определить порядок их использования и ответственность сторон.

В перспективе ПИКС будет хорошим техническим инструментом в плане диагностики пожарной безопасности объектов защиты. С развитием новых более совершенных киберфизических систем он вполне может заменить инспектора пожарной охраны и самостоятельно обеспечивать пожарную безопасность объектов защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виды роботов и классификация в робототехнике: все области применения и ведущие производители умных машин / linDEAL. URL: <https://lindeal.com/trends/vidy-robotov-i-klassifikaciya-v-robototekhnike-vse-oblasti-primeneniya-i-vedushchie-proizvoditeli-umnykh-mashin?ysclid=mlm3jur7zs1219340> (Дата обращения 15.03.2026).

2. Геревиго Кобанге Э.П. Понятие, классификация и виды робототехнических комплексов, используемых в правоохранительной деятельности / Э.П. Геревиго Кобанге // Академическая мысль. – 2025. – № 4(33). – С. 69-72. – EDN TZZIGN.

3. Отчет о размере рынка, доле и прогнозе рынка инспекционных роботов, 2034 г. URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/inspection-robots-market> (Дата обращения 15.03.2026).

4. Роботы-инспекторы: автоматизация обхода и диагностики оборудования / Электрик Инфо сайт Дзен URL: <https://dzen.ru/a/aGwAQKqI0Hn0BeVv?ysclid=mllzqzjxsc842205104> (Дата обращения 14.02.2026).

5. Четвертая промышленная революция (Клаус Шваб) URL: <https://bookshaker.net/r/chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya-klaus-shvab> (Дата обращения 05.02.2026).

6. Четвертая промышленная революция / Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%82%D0%B2%D1%91%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F?ysclid=mll4bnj4r9984154290 (Дата обращения 10.03.2026).

УДК 614.849

И.Ф. Зенкова, Д.С. Адамов, М.А. Шарапов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: приведен обзор взаимосвязанных требований законодательных актов Российской Федерации, формирующих единый подход в области технического регулирования по применению положений нормативных документов по пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, техническое регулирование, единый подход, применение требований, актуальный перечень нормативных документов

I.F. Zenkova, D.S. Adamov, M.A. Sharapov

GENERAL PRINCIPLES OF TECHNICAL REGULATION IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Abstracts: an overview of the interrelated requirements of the legislative acts of the Russian Federation, forming a unified approach in the field of technical regulation on the application of the provisions of regulatory documents on fire safety.

Keywords: fire safety, technical regulation, unified approach, application of requirements, up-to-date list of regulatory documents.

В настоящее время нормативная правовая база в области обеспечения пожарной безопасности формируется в соответствии требованиями ряда федеральных законов Российской Федерации [1-4].

Во-первых, статьями 3 и 20 Федерального закона «О пожарной безопасности» (далее - Федеральный закон № 69) [1] установлено, что нормативное правовое регулирование в области пожарной безопасности отнесено к основным функциям системы обеспечения пожарной безопасности и «представляет собой принятие органами государственной власти нормативных правовых актов, направленных на регулирование общественных отношений, связанных с обеспечением пожарной безопасности».

Во-вторых, статьей 1 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее - Технический регламент, ТР) [2] определено, что техническое регулирование в области пожарной безопасности осуществляется в порядке, установленном ТР, которым определены «минимально необходимые требования пожарной безопасности к объектам защиты

(продукции)». Положения ТР обязательны для исполнения при «проектировании, строительстве, капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, изменении функционального назначения, эксплуатации и утилизации объектов защиты».

Далее, согласно статьи 3 Технического регламента, нормативные правовые акты Российской Федерации разрабатываются и принимаются в соответствии с Конституцией Российской Федерации [3], общепризнанными принципами и нормами международного права, международными договорами Российской Федерации, Федеральным законом «О техническом регулировании» (далее – Федеральный закон № 184) [4], Федеральным законом № 69 и Техническим регламентом. Перечисленные законодательные акты Российской Федерации являются правовой основой технического регулирования в области пожарной безопасности.

В соответствии с частью 1 статьи 4 ТР, техническое регулирование в области пожарной безопасности представляет собой «установление в нормативных правовых актах Российской Федерации и нормативных документах по пожарной безопасности требований пожарной безопасности к процессам проектирования, производства, эксплуатации, хранения, транспортирования, реализации и утилизации».

Пунктом 1 части 1 статьи 6 Технического регламента установлено, что «пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении требований ТР, а также при выполнении требований пожарной безопасности, содержащихся в нормативных документах по пожарной безопасности, указанных в пункте 1 части 3 статьи 4 Технического регламента». К ним относятся национальные стандарты, своды правил, а также иные содержащие требования пожарной безопасности документы, которые включены в перечень документов по стандартизации и в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента.

Необходимо отметить, что отношения в сфере стандартизации, а также виды документов по стандартизации, включая порядок их применения, определяются положениями Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» [5]. Частью 2 статьи 5 данного федерального закона установлено, что применение документов по стандартизации для целей технического регулирования устанавливается в соответствии с Федеральным законом № 184, частью 1 статьи 16.1 которого установлено, что перечень документов по стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований соответствующего технического регламента, утверждается и публикуется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (далее – Росстандарт).

В соответствии с данным требованием, действующий перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Технического регламента (далее – Перечень), утвержден приказом Росстандарта [6] в установленном порядке. Структура перечня отличается от ранее действовавшей [7], так как дополнена столбцом, указывающим период действия редакции документа, с учетом вносимых изменений в нормативные документы по пожарной безопасности.

Обращаем внимание, что в июне 2026 года вступают в силу новые редакции сводов правил СП 3.13130 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» [8] и СП 6.13130 «Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности» [9], в связи с чем в Перечень будут внесены соответствующие изменения.

Отдельно следует указать, что возможность применения тех или иных требований нормативных документов по пожарной безопасности определяется организацией-проектировщиком с учетом специфики объекта проектирования. При этом правильность принятых проектных решений оценивается органами экспертизы на этапе рассмотрения проектной документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности : Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 20.04.2026).
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 20.04.2026).
3. Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 21.04.2026).
4. О техническом регулировании : Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 21.04.2026).
5. О стандартизации в Российской Федерации : Федеральный закон от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/ (дата обращения: 21.04.2026).

6. Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2025 г. № 2594. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_520483/ (дата обращения: 22.04.2026).

7. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 февраля 2023 г. № 318. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_439652/ (дата обращения: 22.04.2026).

8. Об утверждении свода правил СП 3.13130 "Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности : приказ МЧС России от 26 февраля 2026 г. № 133. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/93061.html> (дата обращения: 22.04.2026).

9. Об утверждении свода правил СП 6.13130 «Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности : приказ МЧС России от 29 декабря 2025 г. № 1263. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_524326/ (дата обращения: 22.04.2026).

УДК 614.842.4

В.И. Зыков, А.П. Петренко, М.А. Толмачев
Академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА РАДИОКАНАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО МОНИТОРИНГА НА АЭС

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения системы радиоканального мониторинга пожарной безопасности особо опасных объектов, в том числе АЭС. Разработан алгоритм функционирования системы передачи извещений о загорании на АЭС в центр ЕДДС и автоматизированный вызов сил реагирования без участия персонала объекта защиты.

Ключевые слова: пожары и ЧС, пожарная безопасность, системы радиоканального мониторинга системы оповещения, особо опасные объекты, АЭС.

V.I. Zykov, A.P. Petrenko, M.A. Tolmachev

MODERN RADIO-CHANNEL FIRE MONITORING SYSTEM AT NUCLEAR POWER PLANTS

Abstracts: This article examines the application of a radio-channel fire safety monitoring system at particularly hazardous facilities, including nuclear power plants. An algorithm has been developed for transmitting fire notifications at nuclear power plants to the unified dispatch center and automatically calling in response forces without the involvement of facility personnel.

Keywords: fires and emergencies, fire safety, radio-channel monitoring systems, warning systems, particularly hazardous facilities, nuclear power plants.

Известно мнение о том, что пожары и взрывы легче и дешевле предотвратить, чем ликвидировать их последствия. В результате основные силы и технические средства, расходуемые на обеспечение пожаровзрывобезопасности, которые нацелены на тушение пожаров и взрывозащиту, могут оказаться бесполезным вложением, так как на такого рода объектах само возникновение пожара является опасным и может привести к необратимым последствиям (взрыву).

Ориентирование на раннее обнаружение пожара снижает проблему повышения эффективности предотвращения пожаров и взрывов и, следовательно, их недопущения. Данное направление считается одним из перспективных в обеспечении пожаровзрывобезопасности и обнаружении пожаров (аварий).

В условиях чрезвычайных происшествий, в том числе пожаров, на объектах атомной энергетики, первостепенной задачей выступает защита жизни граждан и их перемещение в безопасные районы. Поэтому оперативное донесение информации о возможных опасностях является критически важным. Обычно граждан информируют посредством SMS-рассылок и через средства массовой информации. Однако такие методы оповещения могут оказаться неэффективными, если происшествие случится в ночное время. В подобных случаях более действенными способами передачи информации считаются уличные акустические системы, электронные информационные табло вне помещений и звуковые сигналы тревоги [1–2].

Согласно правительственному распоряжению РФ, регулирующему создание локальных систем оповещения в зонах расположения потенциально опасных производств, требуется организация оповещения в следующих зонах:

2,5 километра от объектов, имеющих критическое значение; 5 километров от объектов, представляющих ядерную или радиационную опасность; 6 километров от гидротехнических сооружений.

Использование автоматизированных беспроводных систем для реакции и вызова спасательных служб при возникновении пожаров и чрезвычайных ситуаций на особо опасных и имеющих стратегическое значение объектах, та-

ких как атомные станции, в процессе управления эвакуацией населения и его оповещением, предоставляет ряд преимуществ. К ним относятся:

1. Раннее обнаружение возгораний и аварийных ситуаций с автоматической передачей оповещения через разнообразные каналы связи (включая радиотехнические) напрямую в городские диспетчерские службы.

2. Представление достоверной информации о всех событиях для диспетчерского состава ЕДДС в режиме реального времени способствует своевременному принятию управленческих решений относительно направления сил и средств. Это, в свою очередь, позволяет минимизировать материальные потери и снизить уровень травматизма и смертности людей в результате пожаров и чрезвычайных ситуаций.

3. Исключение задержки в передаче сообщения (включая влияние «человеческого фактора») о пожаре или чрезвычайной ситуации, что позволяет передавать сигнал об угрозе с указанием карты местности, адреса объекта, подъездных путей и других необходимых данных в автономном режиме, без участия персонала диспетчерской службы ЕДДС города.

4. Ускорение процесса информирования населения об угрозе или возникновении чрезвычайной ситуации и о мерах реагирования, принятых в связи с ними.

5. Оповещение жителей близлежащих территорий о возникновении возгорания или иной нештатной ситуации посредством громкозвучного оборудования, электронных информационных панелей, домофонных систем и наружных сирен.

6. Улучшение координации между экстренными службами при проведении общих мероприятий по устранению пожаров и чрезвычайных происшествий, а также поддержание их непрерывной боеготовности и согласованности действий.

Система, предназначенная для мониторинга и реагирования на чрезвычайные ситуации, должна выполнять следующий набор функций:

1. Автоматическое уведомление аварийно-спасательных служб без вмешательства персонала атомной электростанции (см. рисунок).

2. Определение наиболее безопасных маршрутов для эвакуации и разработка стратегий по ликвидации пожаров.

3. Отслеживание распространения пожара с точным указанием сработавшего датчика, передача оповещений в пожарную часть или диспетчерскую единой дежурно-диспетчерской службы и отображение информации о возгорании на плане здания (см. рисунок).

4. Сбор, хранение и передача данных о состоянии оборудования систем пожарной сигнализации.

Ключевым требованием является внедрение двусторонней радиосвязи, что значительно увеличивает функциональные возможности системы мониторинга. В дополнение к постоянному контролю работоспособности пожарной

сигнализации появляется возможность интеграции функций оповещения, подразумевающая возможность передачи и трансляции голосовых и текстовых сообщений на все устройства оповещения или их группы в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Некоторые из критически важных объектов, включая АЭС, оснащены или проходят процесс оборудования системами радиомониторинга пожарной безопасности от различных производителей. Такая оснащенность позволяет автоматически передавать сигналы тревоги в соответствующие службы без участия операторов, тем самым существенно ускоряя время реагирования.

Всего за считанные секунды на экране дежурного пункта отображается схема объекта, где указаны подъездные пути и местоположение пожарных гидрантов. При срабатывании каждого нового датчика информация обновляется в реальном времени (см. рисунок).



Рисунок. Система передачи извещений о загорании на АЭС в центр ЕДДС и автоматизированный вызов сил реагирования экстренных служб без участия персонала объекта защиты

Система оповещения, построенная на основе радиоканальных технологий, обеспечивает как точечное информирование руководства объектов повышенной опасности и экстренных служб, так и локальное оповещение населения в зоне действия данной системы.

Интеграция функций мониторинга и оповещения в радиоканальных системах непрерывного контроля атомных электростанций значительно снижает финансовые затраты. Использование единой системы, объединяющей эти

функции, позволяет уменьшить расходы, поскольку устраняется необходимость выделения двух частотных диапазонов, установки двух комплектов оборудования, их технического обслуживания и обучения персонала для работы с различными системами. Это также снижает затраты для объектов с высоким уровнем риска, которые могут установить всего одно устройство.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.10.2004 г. № 539 «О порядке регистрации радиоэлектронных средств и высокочастотных устройств» ПАК, как радиоэлектронное средство и высокочастотное устройство МЧС России, подлежит регистрации в Федеральной службе безопасности Российской Федерации [3–5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое внедрение беспроводных систем пожарного мониторинга становится все более актуальным на современном рынке систем безопасности по нескольким причинам: независимость от наличия проводных линий, оперативность развертывания радиосети в конкретных условиях, а также сравнительно низкая стоимость как центрального, так и объектового оборудования.

Использование единой системы, объединяющей функции пожарного мониторинга и оповещения населения на прилегающих к объекту территориях, существенно снижает бюджетные расходы [5–6], поскольку исключается необходимость в выделении двух частотных диапазонов, установке двух комплектов технического оборудования, их обслуживании и обучении персонала для работы с двумя различными радиосистемами.

Применение единой системы, которая сочетает функции пожарного мониторинга и взаимодействия с населением на территориях, прилегающих к объекту, значительно сокращает бюджетные затраты. Это обусловлено тем, что устраняется необходимость выделения двух частотных диапазонов, установки двух комплектов оборудования, а также их обслуживания и подготовки персонала для работы с двумя различными радиосистемами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В.И., Кокшин В.В., Кривошонок В.В. История создания и совершенствования беспроводных систем мониторинга: Монография / Под общ. ред. проф. В. И. Зыкова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – 135 с.

2. Бутко В.С., Зыков В.И. Беспроводный мониторинг обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений критически важных объектов. Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 2. С. 6-15. DOI: 10.25257/FE.2020.2.10.6-15.

3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации», утверждена Президентом Российской Федерации от 09.09.2010г. № ПР-1895.

4. Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003г. №126-ФЗ.

5.Зыков В.И. Пожарный мониторинг – взгляд МЧС России. Научно-производственный журнал «Системы безопасности», декабрь 2013, №5 С.136-139.

6. Евсеев А. Г. Системы контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Научный альманах. 2016 № 10-3 (24). С. 134–136. DOI: 10.17117/na.2016.10.03.134-136.

УДК 628.143

Л.И. Зылёв, И.В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ РАЗРУШЕННЫХ НАРУЖНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы тушения пожаров в условиях острого недостатка водных ресурсов и разрушенных водопроводных сетей. Анализируются ключевые сложности, с которыми сталкиваются пожарно-спасательные подразделения при организации подачи огнетушащих веществ к очагу возгорания: необходимость создания протяжённых магистральных линий, мобилизация личного состава и техники, адаптация к непредсказуемым условиям местности.

Ключевые слова: тушение пожаров, дефицит водных ресурсов, подача огнетушащих веществ, логистика пожаротушения, начальник тыла, перекачка воды насосами, подвоз воды автоцистернами, гидроэлеваторные системы, временные пожарные водоёмы.

L.I. Zylev, I.V. Bagazhkov

FEATURES OF FIRE EXTINGUISHING SUBSTANCES SUPPLY IN CONDITIONS OF BROKEN OUTDOOR WATER SUPPLY SYSTEMS

Abstracts: The article discusses the problems of firefighting in conditions of acute shortage of water resources and destroyed water supply networks. It analyzes the key difficulties faced by fire and rescue units when organizing the supply of fire extinguishing agents to the fire source: the need to create long-distance trunk lines, mobilize personnel and equipment, and adapt to unpredictable terrain conditions.

Keywords: firefighting, water shortage, fire extinguishing agents, firefighting logistics, rear department head, water pumping, water delivery by tankers, hydraulic elevator systems, and temporary fire ponds.

Тушение пожара в условиях острого недостатка водных ресурсов представляет собой одну из наиболее сложных и ресурсоемких задач для пожарно-спасательных подразделений. Данная ситуация характеризуется рядом специфических особенностей, которые существенно усложняют тактические действия и логистику спасателей. Ключевой проблемой является необходимость обеспечения непрерывной и достаточной подачи огнетушащих веществ непосредственно к очагу возгорания, что часто требует организации протяженных магистральных линий подачи от удаленных водоисточников. В таких случаях для поддержания рабочего давления и расхода воды требуется мобилизация практически всего личного состава подразделения, а также привлечение значительного количества боевой техники, включая мотопомпы, автоцистерны и специализированные машины для подвоза воды.

Проведение аварийно-спасательных работ и тушения пожара в зонах, где разрушены наружные сети водопровода, требует применения особых методов и технологий. Отсутствие централизованного водоснабжения лишает пожарных привычной инфраструктуры, вынуждая их адаптироваться к непредсказуемым условиям местности. В таких ситуациях критически важно быстро оценить доступные альтернативные источники воды (естественные водоемы, емкости частных лиц, промышленные резервуары) и разработать схему их использования, учитывая рельеф, расстояние и возможность подъезда техники. Адаптация тактических подходов к конкретным обстоятельствам становится залогом успешного завершения операции.

Для координации всех процессов, связанных с обеспечением водой, и руководства личным составом, занятым на участках приема и перекачки воды, назначается начальник тыла. Эта должность является ключевой в организации логистики пожаротушения. В зависимости от масштаба происшествия, степени его сложности и количества задействованных сил, начальником тыла может быть назначен опытный пожарный, командир отделения или старший должностной лицо (начсостав). Главная цель работы тылового обеспечения — создание надежной «водной артерии», гарантирующей бесперебойную подачу огнетушащих веществ к рабочим местам пожарных расчетов. Эффективная работа тыла исключает простои техники и позволяет поддерживать оптимальное давление в рукавных линиях, что напрямую влияет на скорость локализации и ликвидации пожара.

Основные методы подачи огнетушащих веществ в условиях дефицита воды можно классифицировать следующим образом:

1. Перекачка воды с использованием насосных станций (последовательная или параллельная подача). Этот метод применяется в двух основных случаях: когда расстояние от водоисточника до места пожара превышает возможности прямой подачи одним насосом, а также когда развиваемого одного насосом напора недостаточно для преодоления гидравлических потерь в длинных рукавных линиях. Перекачка особенно рациональна при удалении

очага пожара на расстояние до 2 километров, так как позволяет использовать промежуточные точки заправки или насосные станции для повышения давления. Кроме того, этот метод незаменим, когда отсутствует прямой подъезд пожарной техники к самому водоисточнику (например, при низком уровне воды, заболоченности или отсутствии твердого покрытия).

2. Подвоз воды автомобильным транспортом. Данный метод применяется, когда организация непрерывной магистральной подачи воды технически невозможна или экономически нецелесообразна. В качестве транспорта используются автоцистерны, бензовозы (при наличии соответствующей оснастки), поливочные машины, а также другие доступные емкости. Для эффективной организации подвоза необходимо создать две ключевые точки: пункт заправки у водоисточника и пункт расхода воды непосредственно у места проведения работ.

Схемы заправки могут варьироваться в зависимости от условий:

Автомобили подъезжают к источнику, пожарные расчеты или водители самостоятельно заполняют цистерны через всасывающие линии.

Использование стационарных или переносных насосов для перекачки воды из источника в цистерны.

Выбор конкретной схемы заправки и организации подвоза принимается руководителем пожаротушения на месте. Решение базируется на анализе текущей обстановки, количества доступного транспорта, состояния дорог, наличия свободного времени и необходимости поддержания постоянного давления в системе пожаротушения. Грамотное сочетание этих методов позволяет компенсировать нехватку воды и минимизировать ущерб от пожара.

Использование гидроэлеваторных систем является критически важным технологическим решением в ситуациях, когда стандартные возможности пожарных автомобилей не позволяют эффективно забирать воду из водоисточника.[4] Данная технология применяется в двух основных сценариях: во-первых, если перепад высот между уровнем воды в открытом водоёме (озере, реке, пруду) и рабочим местом пожарного автомобиля превышает максимально допустимую высоту всасывания штатных центробежных насосов, что физически делает невозможным забор воды вакуумным методом; во-вторых, когда отсутствует возможность подъезда пожарной техники непосредственно к берегу из-за рельефа местности, заболоченности, разрушения дорог или отсутствия инфраструктуры. Гидроэлеваторы, использующие принцип эжекции, позволяют эффективно забирать воду из удалённых или труднодоступных открытых водоисточников, используя струю воды под высоким давлением от работающего насоса для создания вакуума и последующего подъёма основного потока воды на значительную высоту без необходимости размещения всасывающего насоса непосредственно в воде [9].

Строительство временных пожарных водоёмов и пирсов представляет собой масштабную организационно-техническую меру, которая становится

незаменимой при тушении крупных, сложных и продолжительных пожаров, особенно в удалённых от постоянных источников водоснабжения районах. Такие мероприятия включают в себя рытьё котлованов, использование готовых ёмкостей или временных плотин, а также сооружение плавучих платформ и береговых пирсов для безопасного и быстрого подключения всасывающих рукавов пожарных автоцистерн.[3] Это позволяет создать постоянный резерв огнетушащих веществ, необходимый для поддержания длительной работы пожарных расчетов без необходимости частых перебоев на заправку.

Для существенного сокращения времени при заправке автоцистерн (АЦ) на водоисточнике и их опорожнении на месте пожара необходимо организовать четкую инфраструктуру: пункт заправки водой непосредственно у водоисточника и пункт расхода воды на месте чрезвычайной ситуации. На пункте заправки целесообразно устанавливать дополнительные мощные автонасосы и мотопомпы, которые будут обеспечивать непрерывный перекачивающий поток от водоёма к резервуарам или непосредственно к автоцистернам, исключая простои водителей и механизаторов. На пункте расхода воды, в свою очередь, организуется группа автоцистерн, которые сливают воду в специальные накопительные ёмкости или распределительные узлы, обеспечивая тем самым бесперебойную подачу огнетушащих веществ к точкам возгорания и позволяя пожарным подразделениям сосредоточиться исключительно на тушении, не отвлекаясь на логистику.

Организация взаимодействия со службами города, водоканалом, а также с администрацией объектов осуществляется заблаговременно и включает в себя разработку и согласование детальных планов взаимодействия на случай возникновения пожара и необходимости экстренного поднятия давления в водопроводных сетях.[8] Согласно этим утвержденным документам, по требованию руководителя тушения пожара (РТП) водоканал обязан в течение 10 минут обеспечить подъем напора в водопроводной сети, что критически важно для повышения эффективности работы пожарных стволов и подъёмников.[10] При необходимости водоканал также производит оперативное отключение участков водопровода для направления дополнительного количества воды к месту пожара по резервным маршрутам, минимизируя потери давления.[5-7] На объектах с повышенными требованиями к безопасности (в частности, на базовых химических производственных площадках — БКХП) обслуживающий персонал обязан в кратчайшие сроки задействовать насосы-повысители для поднятия напора в местной водопроводной сети, обеспечивая максимальное давление в точках подключения пожарной техники.[1-2]

Организация подачи огнетушащих веществ в условиях разрушенных водопроводных сетей требует особо тщательного планирования, слаженной координации действий различных служб и детального учёта конкретных условий обстановки, включая характер разрушений, состояние труб и доступность альтернативных источников. В таких ситуациях необходимо быстро адаптиро-

вать тактические схемы, перенаправлять потоки воды через временные трассы, использовать комбинированные методы подачи и обеспечивать непрерывный контроль за давлением и расходом воды, чтобы гарантировать эффективность действий пожарных расчетов в экстремальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями).
2. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
3. Терещин В. В., Грачев В. А., Смирнов В. А. Пожарная тактика: учебник. — М.: ПожКнига, 2016. — 472 с.
4. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Пожарные риски: основные понятия: монография. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. — 98 с.
5. Методические рекомендации по организации тушения пожаров на объектах с наличием химических веществ / МЧС России. — М., 2020. — 35 с.
6. Наставление по пожарно-строевой подготовке. — М.: МЧС России, 2018. — 120 с.
7. ГОСТ Р 53250–2009 «Техника пожарная. Колонка пожарная. Общие технические требования. Методы испытаний».
8. Иванов И. И., Петров А. С. Оптимизация логистики подачи воды при тушении крупных пожаров // Пожарная безопасность. — 2022. — № 3. — С. 45–51.
9. Справочник руководителя тушения пожара / под ред. В. П. Иванникова, П. П. Ключ. — М.: Стройиздат, 2019. — 368 с.
10. Рекомендации по организации работы тыла на пожаре / МЧС России. — М., 2021. — 42 с.

УДК 628.143

Л.И. Зылёв, И.В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТАКТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ АСДНР В ЗДАНИЯХ СТАРОЙ И НОВОЙ ПЛАНИРОВКИ ЖИЛОГО ФОНДА

Аннотация: Статья посвящена сравнительному анализу тактики проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зданиях жилой застройки разной планировки — старой и новой. Подробно рассмотрены конструктивные и техниче-

ские особенности зданий обоих типов, влияющие на эффективность и безопасность спасательных операций.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, тактика спасательных работ, современные жилые комплексы, системы противопожарной защиты, дымоудаление; спринклерные установки, незадымляемые лестничные клетки, риск обрушения, эвакуация.

L.I. Zylev, I.V. Bagazhkov

COMPARATIVE ANALYSIS OF ASDRN TACTICS IN OLD AND NEW PLANNING OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstracts: The article is devoted to a comparative analysis of the tactics of conducting emergency rescue and other urgent works in residential buildings of different layouts — old and new. The structural and technical features of buildings of both types that affect the efficiency and safety of rescue operations are considered in detail.

Keywords: emergency rescue operations, rescue tactics, modern residential complexes, fire protection systems, smoke removal; sprinkler systems, smoke-free staircases, collapse risk, and evacuation.

Проведение глубокого сравнительного анализа тактики проведения аварийно-спасательных и других работ в зданиях старой и новой планировки жилого фонда представляет собой сложную многофакторную задачу, требующую от руководителей тушения и оперативных групп детального учёта фундаментальных конструктивных особенностей, технических характеристик систем безопасности и динамических факторов, напрямую влияющих на эффективность и безопасность спасательных работ. Различия в подходах к тактике действий обусловлены не только возрастом зданий, но и эволюцией строительных норм, материаловедения и инженерных систем, что диктует необходимость адаптации алгоритмов действий под конкретные условия очага возгорания.[1-5]

Особенности тактики работы в зданиях старой планировки:

В зданиях старой застройки (особенно «сталинках» и «хрущёвках») часто встречаются узкие, тесные лестничные клетки с крутыми маршами, что физически затрудняет быстрый спуск большого количества людей и продвижение пожарных расчётов с оборудованием к месту происшествия. Отсутствие или неудовлетворительное состояние незадымляемых лестничных клеток вынуждает спасателей использовать их как основной, но уязвимый канал эвакуации, подверженный быстрому задымлению. Ограниченная доступность лифтов (если они не оборудованы функциями пожарного режима и не рассчитаны на перевозку пожарных подразделений с оборудованием) лишает тактику ключевого инструмента для быстрого подъёма, заставляя полагаться исключительно на физическую выносливость личного состава и ручное переносе обо-

рудования по лестницам, что существенно увеличивает время прибытия к очагу.

В старых зданиях чаще применяются менее огнестойкие строительные материалы и конструктивные решения (например, деревянные межэтажные перекрытия, тонкие кирпичные перегородки, отсутствие негорючих изоляционных слоёв).[7] Это приводит к тому, что при возникновении пожара огонь и продукты горения распространяются с аномально высокой скоростью, часто поражая смежные помещения и этажи через скрытые пустоты (чердачные пространства, межпотолочные полости), что резко снижает время на принятие тактических решений.

Во многих объектах старой застройки исторически отсутствуют современные системы автоматического дымоудаления, спринклерные или дренчерные установки пожаротушения, а также системы оповещения и управления эвакуацией.[6] Отсутствие незадымляемых лестничных клеток с принудительной подачей воздуха вынуждает спасательные подразделения тратить драгоценное время на организацию искусственного дымоудаления и использование дополнительных средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), что усложняет и замедляет организацию спасательных работ, увеличивая риски для пострадавших и самих пожарных.

В зданиях с устаревшими конструктивными решениями, длительной эксплуатацией, наличием скрытых коррозионных процессов или слабых несущих элементов (трещины в стенах, деформация балок) возрастает критическая опасность внезапного обрушения перекрытий, стен или кровли под воздействием высокой температуры и динамических нагрузок от действий пожарных. Это требует внедрения дополнительных мер предосторожности: постоянного мониторинга состояния конструкций, применения дистанционных методов разведки, ограничения количества людей в зонах риска и использования специальных тактических схем для минимизации нагрузки на несущие элементы.

Особенности тактики работы в зданиях новой планировки:

В новых жилых комплексах и современных жилых массивах часто внедряются комплексные и интегрированные системы противопожарной защиты, включая автоматизированные системы дымоудаления с датчиками задымления, спринклерные установки, системы раннего обнаружения возгорания и автоматизированные системы управления пожаром. Эти технологии могут существенно упростить и ускорить процесс тушения, так как они позволяют локализовать очаг на ранней стадии, автоматически инициировать работу систем оповещения и направлять потоки воздуха для создания безопасных зон, что дает спасателям больше времени для проведения эвакуации и более точные данные о ситуации внутри здания.

В высотных зданиях новой планировки возникают специфические тактические сложности, связанные с необходимостью подачи огнетушащих ве-

ществ на значительные высоты, где давление в трубопроводах должно быть строго нормировано, а время подачи воды увеличивается. Организации связи между подразделениями, работающими на разных этажах, требует использования устойчивых каналов связи, так как бетонные конструкции и металлический каркас могут экранировать радиосигналы.[10] Эвакуация людей с верхних этажей становится крайне сложной задачей, требующей четкой координации действий по вертикали и использования специальных эвакуационных устройств, так как спуск по лестницам может занять неоправданно много времени.[8-9]

В работе с новыми объектами активно применяются специализированные подъёмные технические средства позволяющие осуществлять спасение с фасада или крыш. Используются инновационные спасательные устройства, такие как рукава для спуска пострадавших, а также вертолётная техника для тушения и спасания в труднодоступных местах или при необходимости эвакуации людей с крыш высоток, что расширяет арсенал тактических возможностей пожарных подразделений.

Во многих современных проектах заложены архитектурно-планировочные решения, такие как незадымляемые лестничные клетки с принудительной подачей воздуха, тамбур-шлюзы. Эти элементы способствуют безопасной и организованной эвакуации людей в случае задымления, создавая физический барьер между очагом пожара и путями отхода, что позволяет спасателям сосредоточиться на тушении.

Общие принципы тактики проведения спасательных работ в зданиях:

Независимо от архитектурных особенностей, этажности, степени износа конструкций или типа планировки, профессиональная тактика проведения АСДНР всегда базируется на строгом соблюдении комплекса взаимосвязанных этапов и правил, обеспечивающих эффективность действий и безопасность личного состава. Ключевыми элементами этой тактики являются:

На начальном этапе проводится глубокий анализ текущей ситуации, включающий оценку непосредственной угрозы жизни и здоровью людей, прогнозирование путей быстрого распространения огня и дыма по вертикальным и горизонтальным каналам здания, оценку технического состояния несущих конструкций на предмет риска внезапного обрушения, а также проверку работоспособности встроенных систем противопожарной защиты. Учитываются все факторы, влияющие на ход пожара, включая погодные условия и доступность подъездных путей.

Последовательное и быстрое развёртывание пожарно-спасательного оборудования должно сопровождаться предварительным определением оптимальных маршрутов прокладки магистральных линий для обеспечения беспребойной подачи воды или других огнетушащих веществ к очагу возгорания. Выбор конкретных способов подачи средств (например, через внутренние по-

жарные краны, через окна, с использованием мотопомп) осуществляется исходя из доступности источников водоснабжения.

Критически важным является выбор и обеспечение безопасности путей эвакуации как для граждан, так и для спасателей. Активно применяются специальные технические средства. Параллельно с физическими действиями ведётся активная работа по предотвращению паники среди населения, информированию о правилах поведения и организации организованного вывода людей из опасной зоны.

Выбор тактических приёмов и методов тушения строго зависит от типа здания (монолитное, каркасное, деревянное, кирпичное), его конструктивных особенностей, наличия подвальных помещений, чердаков и технических этажей, а также от характера горящих материалов. Тактика может варьироваться от локального тушения до сплошного охвата площади, от применения пенных составов до использования водяных струй или газовых смесей.

В процессе работы внутри горящего или повреждённого здания неукоснительно соблюдаются меры предосторожности: регулярный контроль за состоянием конструкций (мониторинг трещин, деформаций), использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и дыхательных аппаратов. Особое внимание уделяется предотвращению вторичных негативных явлений, таких как взрывы горючих газов или пылей, внезапные обрушения перекрытий, разлёты осколков стекла и поражение электрическим током через повреждённые сети.

Таким образом, тактика проведения АСР в зданиях старой и новой планировки жилого фонда требует гибкой адаптации под конкретные конструктивные особенности, уровень пожарной нагрузки и текущее состояние объекта. Однако при всех вариациях действий, стратегическая основа спасательных работ остаётся неизменной и опирается на универсальные принципы организации АСР, закреплённые в действующих нормативных документах и стандартах пожарной безопасности, что позволяет эффективно справляться с задачами любой сложности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
4. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям».
5. СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
6. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные».

7. Учебники и учебные пособия.
8. Терещенев В.В., Подгруппный А.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров. — Екатеринбург: Калан, 2009. — 512 с.
9. Терещенев В.В., Смирнов В.А., Семёнов А.О. Пожаротушение: справочник. — Екатеринбург: ООО «Издательство „Калан“», 2009. — 486 с.
10. Матвеев В.Н., Бокарев А.И., Смирнов В.Д. Организация и ведение аварийно-спасательных работ: учебное пособие. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. — 184 с.

УДК 614.841.334.92:614.841.45

С.Ю. Иванчев, В.В. Соколянский

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»

ЗАПАСНЫЕ ВЫХОДЫ НА СЛУЧАЙ ПОЖАРА

Аннотация: Статья в упрощённой, доступной всем форме монолога рассказывает о том, как отсутствие постоянного контроля за путями эвакуации при пожаре может превратить запасные выходы из здания в ловушки. Показано, что простая ежедневная проверка доступности путей эвакуации способствует сохранению человеческих жизней, совсем не требуя дополнительных затрат.

Ключевые слова: пожарная безопасность здания, эвакуация людей при пожаре, запасные выходы, загромождение путей эвакуации.

S.Yu. Ivanchev, V.V. Sokolianskiy

SECONDARY EMERGENCY EXITS IN CASE OF FIRE

Abstracts: The paper, in a simplified, accessible form of a monologue, explains how the lack of constant monitoring of fire escape routes can turn emergency exits from a building into traps. It demonstrates that a simple daily check of the accessibility of fire escape routes can save lives without requiring additional costs.

Keywords: fire safety of the building, evacuation of people in case of fire, emergency exits, and blocking of evacuation routes.

Я попробую открыть дверь, которую вы не замечаете. Ту самую дверь, с табличкой «Запасной выход». Вы проходите мимо неё каждый день, иногда прислоняетесь спиной во время перекура, ставите рядом коробку с бумагами, вешаете куртку на её ручку. Вы уверены, что она есть. Что она выведет. Что она спасёт [1].

Я попробую открыть её сейчас, пока ещё не припекает и не пахнет гарью...

Дверь, которой фактически нет

Посмотрите на дверь. Она закрыта. Скорее всего, закрыта на ключ. Ключ давно утерян, потому что «никто им не пользовался». Доводчик двери снят – хлопала и мешала носить товары. Уплотнитель двери крошился – теперь между полотном и дверной коробкой щели в палец. Замок закис, ручка болтается. Но табличка висит. Значит, дверь есть.

Это первая ложь: дверь, которая вроде бы есть, но которой нет [2]. Она существует только в акте приёма и в голове владельца. В реальности – это просто стена с ручкой. Её не открыть. Её не преодолеть. В момент, когда каждая секунда станет на вес жизни, она останется закрытой. А вы будете дёргать, бить, ломать ногти о заржавевший замок, и никто вас не услышит...

Коридор, который ведёт в никуда

Допустим, дверь открылась. Что дальше? Коридор, заставленный стеллажами. Картонные коробки, которые «временно здесь оставили». Старый станок, который не могли вывезти уже пару лет. Выход из здания наружу перегорожен металлической решёткой, запертой на амбарный замок. «Для безопасности» [2].

Это вторая ложь: путь, который ведёт в никуда. Архитектор рисовал его достаточно широким, пустым, прямым, освещённым [1]. Владелец превратил его в склад. И вы это видели. Вы проходили мимо этих коробок каждый день. Но вы не сказали, потому что «это не моё дело». Теперь в дыму вы будете спотыкаться об эти коробки, и, возможно, какая-то из них станет кирпичом на вашей могиле...

Знак, который не светит

Над дверью – зелёный человечек, бегущий вправо. Он должен ярко светиться. Должен быть виден за несколько метров, даже в плотном дыму [3]. Но лампочка перегорела. Аккумулятор сел. Проводка оборвалась ещё при прошлом ремонте. И теперь человечек не бежит. Он просто нарисован на пластиковой табличке, которая ничем не отличается от инструкции по эксплуатации пылесоса уборщицы.

Это третья ложь: знак, который не виден. Вы надеетесь, что в панике он укажет дорогу. Но в панике вы не ищите знаки. Вы ищите свет, вы ищите знакомую дверь, вы ищите толпу людей [4]. И если знак не светится, вы его не увидите. Вы пойдёте туда, откуда пришли. Туда, где уже всюду полыхает...

Инстинкт, который убивает

Мы любим думать, что в критической ситуации обязательно станем героями. Быстро оценим обстановку, вспомним план эвакуации, выберем правильное направление, поможем другим людям. И всех выведем в безопасное место. Это четвёртая ложь. Самая страшная.

Исследования говорят совсем другое. В огне человек не думает. Он действует по древнему алгоритму: туда, где светло, туда, где знакомо, туда, где толпа [4]. Он не анализирует. Он не ищет план. Он даже не видит знаков – мозг в состоянии аффекта их просто не обрабатывает.

Это значит, что запасной выход должен быть именно там, куда вы пойдёте, даже если не думаете. Он должен быть на пути вашего утреннего маршрута. Он должен быть таким же привычным, как дверь в туалет. Он должен быть освещён так ярко, чтобы вы не могли его не заметить. И он должен быть открыт. И не когда-нибудь. А всегда...

Экономия, которая стоит жизни

Всё, в конце концов, упирается в деньги. Дверной механизм «антипаника» стоит дороже обычной дверной ручки. Резервное освещение требует аккумуляторных батарей, которые потом придётся менять. Автоматические замки, разблокирующиеся при сигнале пожарной сигнализации, – это дополнительные провода, датчики, дополнительная настройка. Ежедневные проверки – это время человека, которому надо платить [2].

Мы экономим. На ручке, на лампочке, на контроле. И каждый раз кажется, что это мелочь, что «и так сойдёт». Но мелочи складываются в стену, которую огонь не замечает. А потом приходит пожар, и выясняется, что дверь, на которой сэкономили три тысячи рублей, приводит к убытку в миллионы. Или стоит чьих-то жизней...

Что мы делаем не так

Мы проектируем здания как механизмы. Закладываем цифры в таблицы, считаем секунды эвакуации, проверяем соответствие законам, сводам правил и ГОСТам [5; 6]. И забываем, что внутри этих зданий – люди. Люди, которые паникуют, ошибаются, не видят знаков, не знают (не помнят) планов.

Мы строим по нормативам, а не по человечности. Дверь должна быть шириной 1,2 метра – хорошо, сделаем 1,2 метра [1]. Но заблокируем дверь снаружи – это уже не наша забота. Коридор должен быть свободным – он будет свободен в день приёмки. А на следующий день в нём можно поставить стеллажи и сложить коробки.

Мы проверяем раз в год (или ещё реже) [7]. А пожар случается в любой день. И все 364 дня между проверками дверь может быть заперта, путь заставлен, знак погашен. И никто этого не видит, потому что «всё нормально»...

Выход есть. Но мы его не замечаем

Решение есть. Оно простое и сложное одновременно. Нужно перестать считать запасные выходы технической деталью. Они – главный элемент безопасности. К ним должно быть такое же отношение, как к системам жизнеобеспечения.

Каждый день кто-то должен открывать каждую запасную дверь. Проверять, что она открывается. Проверять, что путь свободен. Проверять, что свет горит. Проверять, что знак виден [2]. И если что-то не так – исправлять сразу,

не откладывая «на потом».

Это не требует миллионов. Это требует только одного: перестать врать себе. Перестать думать, что «у нас не случится». Перестать закрывать глаза на коробки у двери, на перегоревшие лампочки, на заржавевшие замки...

Заключение: дверь, которая ждёт

Я снова стою у этой двери. Она всё так же закрыта. Вокруг – картонные коробки. Лампочка не горит. Ручка болтается. Табличка ещё висит.

Я знаю, что в любой момент может прийти огонь. И тогда эта дверь станет моим последним препятствием. Или последней надеждой. Всё зависит от того, что я сделаю сейчас. Открою её. Потребую убрать коробки. Вкручу лампочку. Починю ручку. А главное – перестану верить, что это неважно...

Вы тоже стоите у своей двери. Выбор за вами...

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 19.03.2020 № 194 : взамен СП 1.13130.2009 : дата введения 2020-09-19 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 49 с.

2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : по состоянию на 30.03.2023 : [утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479]. – Москва : Проспект, 2023. – 96 с.

3. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 25.03.2009 № 173 : введён впервые : дата введения 2009-05-01 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России : введён Техническим комитетом по стандартизации ТК-274 «Пожарная безопасность». – Москва : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 10 с.

4. Эвакуация и поведение людей при пожарах : учеб. пособие / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин, А. П. Парфененко, И. С. Кудрин и др. : Москва : Академия ГПС МЧС России, 2015. – 262 с.

5. ГОСТ 12.1.004-91*. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования (с изменением № 1 1993 г.) : межгосударственный стандарт: издание официальное : утверждён и введён в действие постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.91 № 875 : взамен ГОСТ 12.1.004-85 : дата введения 1992-07-01 / разработан Министерством внутренних дел СССР, Министерством химической промышленности СССР. – Москва : ФГУП Стандартинформ, 2006. – 68 с.

6. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности : [утверждена приказом МЧС России от 14.11.2022 № 1140] : сайт / Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406477165> (дата обращения 06.04.2026).

7. Инструкция по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации : [утверждена приказом МЧС России от 17.03.2003 № 132] : сайт / МЧС России. – URL: <https://39.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/1-organizaciya-ekstrennogo-reagirovaniya/1-1-normativno-pravovye-akty/1-1-4-normativno-pravovye-akty-mchs-rossii/prikaz-mchs-rf-ot-17-marta-2003-g-n-132-ob-utverzhenii-instrukcii-po-organizacii-i-osushchestvleniyu-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora-v-rossiyskoy-federacii> (дата обращения 01.04.2026).

УДК 614.842

А.М. Ионов, Ю.А. Ведяскин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к интеграции технологий искусственного интеллекта в системы пожарной сигнализации. Анализируются методы машинного обучения для снижения ложных срабатываний, повышения достоверности обнаружения пожара и прогнозирования рисков. Приводятся примеры реализации интеллектуальных алгоритмов в адресных и многосенсорных извещателях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, пожарная сигнализация, машинное обучение, нейронные сети, ложные срабатывания, раннее обнаружение пожара, интеллектуальные датчики.

A.M. Ionov, Y.A. Vedyaskin

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FIRE ALARM SYSTEMS

Abstracts: The article discusses modern approaches to integrating artificial intelligence technologies into fire alarm systems. Methods of machine learning for reducing false alarms, improving fire detection reliability and risk forecasting are analyzed. Examples of implementing intelligent algorithms in addressable and multi-sensor detectors are given.

Keywords: artificial intelligence, fire alarm system, machine learning, neural networks, false alarms, early fire detection, smart sensors.

Современные системы пожарной сигнализации (СПС) играют ключевую роль в обеспечении безопасности объектов защиты. Однако традиционные пороговые и даже адресные системы имеют ряд ограничений: высокую вероятность ложных срабатываний, недостаточную чувствительность к определённым видам пожара (тлеющий очаг, медленное воспламенение), а также отсутствие адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет преодолеть указанные недостатки и вывести СПС на качественно новый уровень [1, 2].

Одним из наиболее перспективных направлений является применение алгоритмов машинного обучения для обработки сигналов с многоканальных (мультисенсорных) извещателей. В отличие от классических детекторов, реагирующих на один физический параметр (дым, температура, газ), интеллектуальные устройства анализируют совокупность данных: оптическая плотность среды, скорость нарастания температуры, наличие угарного газа (СО), изменение инфракрасного спектра. Нейросетевая модель, обученная на массиве реальных и модельных пожаров, способна отличать истинное загорание от помех (пыль, пар, сварочный аэрозоль, сигаретный дым) с точностью до 95–97% [3, 4].

Особого внимания заслуживают методы глубокого обучения (deep learning) применительно к видеопожарной сигнализации. Видеокамеры с встроенными нейропроцессорами позволяют обнаруживать дым и пламя по характерным пространственно-временным признакам: колебаниям яркости, динамике формы пятна, распространению дымовой струи. Свёрточные нейронные сети (например, архитектуры YOLO, ResNet) обеспечивают детектирование пожара на ранней стадии – при площади очага менее 0,5 м² или высоте пламени до 10 см. В работе российских учёных [5] показано, что такая система в 3–4 раза быстрее традиционных дымовых извещателей, особенно на открытых пространствах и в больших помещениях.

Ещё одно важное направление – прогностическая аналитика на основе ИИ. Используя исторические данные о состоянии датчиков, параметрах среды и режимах работы объекта, нейронная сеть может предсказывать вероятность возникновения пожара в определённый промежуток времени. Такой подход уже внедряется на объектах энергетики и складских комплексах, где анализируются токи утечки, перегрев кабелей, вибрация подшипников и другие предвестники [6].

В России ведутся активные исследования по созданию интеллектуальных алгоритмов для автоматических установок пожарной сигнализации (АУПС). Так, коллективом ВНИИПО МЧС России разработана методика адаптивной настройки порогов срабатывания с использованием байесовских классификаторов, что позволило снизить количество ложных вызовов на 40 % в условиях запылённых производств [7]. В Ивановской пожарно-спасательной академии проводятся эксперименты по применению рекуррентных нейронных

сетей (LSTM) для анализа временных рядов от датчиков температуры – это даёт возможность обнаруживать медленное термическое разложение изоляции за 15–20 минут до появления открытого пламени.

Тем не менее существуют и проблемы: недостаточная нормативная база (отсутствие ГОСТов на «интеллектуальные» СПС), необходимость больших размеченных выборок для обучения, а также повышенные требования к вычислительным ресурсам. Решение этих задач – предмет дальнейших исследований и организационных мероприятий.

Заключение. Технологии искусственного интеллекта открывают новые возможности для повышения эффективности систем пожарной сигнализации. Их применение позволяет минимизировать ложные срабатывания, сократить время обнаружения пожара и перейти от реактивной к предиктивной безопасности. Для широкого внедрения требуется актуализация нормативных документов, создание отраслевых стандартов на интеллектуальные извещатели и подготовка кадров в области fire engineering и ИИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешман Л.М., Былинкин В.А., Губин Р.Ю. Интеллектуальные системы пожарной сигнализации: современное состояние и перспективы // Пожаровзрывобезопасность. – 2023. – Т. 32. – № 2. – С. 46–55.
2. Копылов Н.П., Киселев Д.В. Машинное обучение в задачах обнаружения возгораний: обзор алгоритмов // Технологии техносферной безопасности. – 2024. – № 1 (95). – С. 22–30.
3. Сидоренко В.Ф., Ермоленко Д.Ю. Мультисенсорные извещатели с нейросетевой обработкой сигналов // Системы безопасности. – 2022. – № 6. – С. 38–41.
4. Гончаренко В.И., Иванов А.В. Снижение ложных срабатываний автоматической пожарной сигнализации методами машинного обучения // Наука и техника в МЧС. – 2023. – № 4. – С. 15–23.
5. Захаров А.А., Смирнова Е.П. Обнаружение ранних признаков пожара по видеоданным с использованием сверточных нейронных сетей // Вестник Уральского института ГПС МЧС России. – 2024. – № 2 (34). – С. 59–67.
6. Павлов С.Н., Кузнецов А.Р. Прогнозирование пожарной опасности на промышленных объектах с помощью нейросетевых моделей // Безопасность в техносфере. – 2022. – № 5. – С. 12–19.
7. Николаев А.Г., Федотов В.В., Морозов Д.А. Разработка адаптивного алгоритма работы адресной пожарной сигнализации на основе байесовского классификатора // Пожарная безопасность. – 2023. – № 4 (109). – С. 71–79.

УДК 614+311

И.А. Кайбичев

Уральский институт ГПС МЧС России

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ НА ОБЪЕКТАХ С АВТОМАТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация: В статье рассмотрено применение экспоненциального сглаживания для определения точечной оценки количества пожаров на объектах с автоматическими установками пожаротушения на следующий год. Прогнозный интервал определен с помощью статистической оценки на основе выборки.

Ключевые слова: прогнозирование, экспоненциальное сглаживание, статистическая оценка на основе выборки, количество пожаров, автоматические установки пожаротушения.

I.A. Kaibichev

PREDICTING THE SITUATION OF FIRES AT FACILITIES WITH AUTOMATIC FIRE-EXTINGUISHING EQUIPMENT

Abstracts: The article discusses the application of exponential smoothing to determine a point estimate of the number of fires at facilities with automatic fire extinguishing systems for the next year. The forecast interval is determined using statistical estimation based on a sample.

Keywords: forecasting, exponential smoothing, statistical estimation based on a sample, number of fires, automatic fire extinguishing systems.

Официальные данные по количеству пожаров на объектах с автоматическими установками пожаротушения доступны с 2004 по 2024 годы, однако для 2022 года такие данные не опубликованы.

Поэтому первая задача – выполнить интерполяцию данных для 2022 года.

Воспользуемся методом ближайшего соседа [1]:

$$Y(T_i) = \frac{Y(T_{i+1}) - Y(T_{i-1})}{T_{i+1} - T_{i-1}} * (T_i - T_{i+1}) + Y(T_{i+1}) \quad (1)$$

где $Y(T_i)$ - количество пожаров в год с номером T_i .

Используя данные 2021 и 2023 годов, получаем результат интерполяции (рис. 1).

	A	B
1	T	Y
2	2021	1028
3	2023	3000
4	2022	2014

Рис. 1. Результат интерполяции для 2022 года (ед.)

Обстановку с пожарами на объектах с автоматическими установками пожаротушения (Рис.2) характеризуют параметры: минимальное значение 443 ед. (зарегистрировано в 2008 году), максимальное 7003 ед. (наблюдали в 2024 году), среднее значение – 2223 ед., стандартное отклонение – 1297.

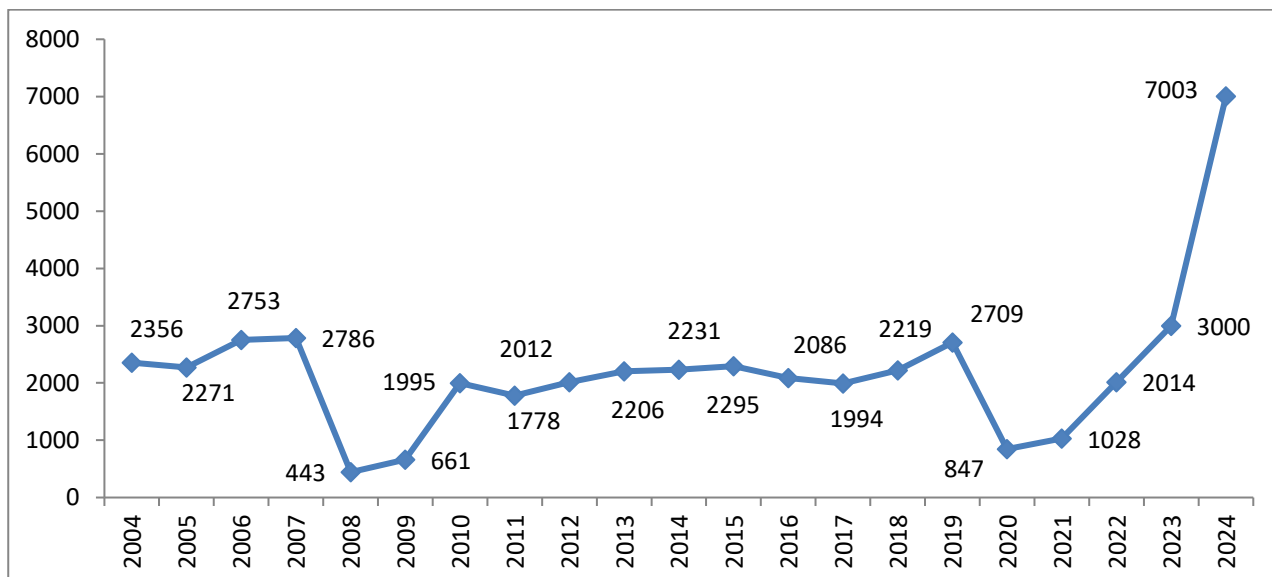


Рис. 2. Количество пожаров на объектах с автоматическими установками пожаротушения (ед.)

Количество пожаров превышало среднее значение в 2004–2007, 2014–2015, 2019, 2023–2024 годах, было ниже среднего в 2008–2013, 2016–2018, 2020–2022 годах.

Актуален вопрос – предсказать количество пожаров в следующем году. Для прогнозирования применим экспоненциальное сглаживание [2]:

$$Y^*(T_{i+1}) = \alpha * Y(T_i) + (1 - \alpha) * Y(T_{i-1}) \quad (2)$$

Константа сглаживания α находится в интервале (0;1). Первоначально положим $\alpha = 0,5$. Среднее значение квадрата ошибки (между прогнозными значениями и данными 2004-2024 годов) составило 1777389 (рис. 3).

С помощью сервиса Поиск решения программы Microsoft Excel проводим процедуру минимизации среднего значения квадрата ошибки.

Минимум найден при $\alpha = 0,999$. Среднее значение квадрата ошибки составило 1553268 (Рис. 4).

Точечная оценка прогнозного значения на 2025 год Y^* составила 6999 ед. (рис. 4).

Для определения прогнозного интервала применим статистическую оценку. Для этого вычислим ошибку определения точечной оценки [3]:

$$m = \frac{ST}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

где $n = 21$ – объем выборки (соответствует данным с 2004 по 2024 годы). ST – стандартное отклонение

	A	B	C	D	E
1	T	Y	Y*	Δ^2	
2	2004	2356	2356		α
3	2005	2271	2271		0,5
4	2006	2753	2314	193160	
5	2007	2786	2292	243789	
6	2008	443	2303	3459135	
7	2009	661	2298	2678337	
8	2010	1995	2300	93158	
9	2011	1778	2299	271327	
10	2012	2012	2300	82688	
11	2013	2206	2299	8690	
12	2014	2231	2299	4677	
13	2015	2295	2299	19	
14	2016	2086	2299	45517	
15	2017	1994	2299	93224	
16	2018	2219	2299	6454	
17	2019	2709	2299	167828	
18	2020	847	2299	2109275	
19	2021	1028	2299	1616287	
20	2022	2014	2299	81415	
21	2023	3000	2299	490934	
22	2024	7003	2299	22124480	
23				1777389	

Рис. 3. Результат экспоненциального сглаживания перед минимизацией среднего значения квадрата ошибки

$$ST = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y(T_i) - Y_{cp})^2} \quad (4)$$

где Y_{cp} – среднее значение

$$Y_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y(T_i) \quad (5)$$

В нашем случае ошибка определения точечной оценки $m = 283,06$.

Нижняя L и верхняя U границы прогнозного интервала определены по формулам

$$L = Y^* - m * t, U = Y^* + m * t \quad (6)$$

где t – значение статистики Стьюдента. При объеме выборки $n = 21$ и вероятности попадания в интервал $P = 0,95$ статистика Стьюдента $t = 2,086$. Получаем $L = 6409$ ед., $U = 7589$ ед. (произведено округление до целых значений).

	A	B	C	D	E
1	T	Y	Y*	Δ^2	
2	2004	2356			α
3	2005	2271			0,999
4	2006	2753	2271	232242	
5	2007	2786	2753	1121	
6	2008	443	2786	5489494	
7	2009	661	445	46508	
8	2010	1995	661	1780138	
9	2011	1778	1994	46512	
10	2012	2012	1778	54654	
11	2013	2206	2012	37727	
12	2014	2231	2206	635	
13	2015	2295	2231	4099	
14	2016	2086	2295	43654	
15	2017	1994	2086	8502	
16	2018	2219	1994	50584	
17	2019	2709	2219	240321	
18	2020	847	2709	3465219	
19	2021	1028	849	32090	
20	2022	2014	1028	972553	
21	2023	3000	2013	974141	
22	2024	7003	2999	16031904	
23	2025		6999	1553268	

Рис. 4. Результат экспоненциального сглаживания
после минимизации среднего значения квадрата ошибки

В исследовании совмещены метод экспоненциального сглаживания для определения точечной оценки и статистическая оценка границ прогнозного интервала на основе данных выборки.

В результате точечная оценка прогнозного значения на 2025 год составила 6999 ед., прогнозный интервал [6409; 7589] ед.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интерполяция – Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерполяция> (дата обращения: 26.03.2026).

2. Экспоненциальное сглаживание – Википедия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экспоненциальное_сглаживание (дата обращения: 26.03.2026).

3. Математическая статистика: учеб. пособие / Р.Н. Бахтизин и др., под ред. Т.В. Умергалиной. – 2-е изд., испр. и доп. -Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016.-92 с.

УДК 614.842

Д.В. Калашников, А.А. Апарин, А.О. Семенов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ МЕТОДОВ НАЗЕМНОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: в статье рассмотрены основные методы наземного мониторинга лесных пожаров, а именно: визуальный метод – прямое наблюдение с наблюдательных пунктов; аппаратно-инструментальный метод – автоматизированные системы обнаружения возгораний и гидрометеорологический мониторинг – анализ погодных условий для прогнозирования пожаров.

Ключевые слова: наземный мониторинг, методы мониторинга, лесной пожар.

D.V. Kalashnikov, A.A. Aparin, A.O. Semenov

ANALYSIS OF METHODS OF GROUND-BASED MONITORING OF FOREST FIRES

Abstracts: the article discusses the main methods of ground-based forest fire monitoring, namely: visual monitoring – direct observation from observation posts; hardware and tool-based monitoring – automated fire detection systems; and hydrometeorological monitoring – analysis of weather conditions for fire forecasting.

Keywords: ground-based monitoring, monitoring methods, forest fire.

В целом, наземный мониторинг лесов – «это мониторинг за состоянием лесных территорий, осуществляемый посредством наземных средств наблюдения (специализированных высотных сооружений, видеокамер, тепловизоров и т.п.)» [1]. Теперь рассмотрим более узкую область – наземный мониторинг лесных пожаров. Это комплекс мер, направленных на обнаружение возгораний и оценку пожарной опасности с использованием стационарных наблюдательных пунктов, автоматизированных систем и метеорологических данных. Наземный мониторинг «позволяет обеспечивать непрерывный контроль лесной территории и обнаружение лесных пожаров на самой ранней стадии – стадии загораний» [2].

Анализ видов и методов дистанционного мониторинга лесных пожаров, в том числе в контексте наземного обнаружения очагов возгораний представлен в работе [3].

Согласно Порядку осуществления мониторинга пожарной опасности, в лесах и лесных пожарах, «мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожарах включает в себя:

а) наблюдение и контроль за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами;

б) организацию системы обнаружения и учета лесных пожаров, системы наблюдения за их развитием с использованием наземных, авиационных или космических средств;

в) организацию патрулирования лесов;

г) прием и учет сообщений о лесных пожарах, а также оповещение населения и противопожарных служб о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах специализированными диспетчерскими службами» [4].

Рассмотрим наземный мониторинг лесных пожаров с точки зрения следующих методов:

1. Визуальный метод – прямое наблюдение с наблюдательных пунктов.

2. Аппаратно-инструментальный метод – автоматизированные системы обнаружения возгораний.

3. Гидрометеорологический мониторинг – анализ погодных условий для прогнозирования пожаров.

Сравнительный анализ методов проведен в работе [5].

Визуальный метод мониторинга – данный способ основан на визуальном осмотре леса с наблюдательных вышек, которые оборудованы для обнаружения пожаров. Специалисты, находящиеся на вышках, фиксируют признаки возгорания, определяют направление распространения огня и в дальнейшем передают данные в диспетчерский центр по радиосвязи или телефону. Для точного определения направления пожара на площадке наблюдательной вышки наносят азимутальный круг. Получив сигнал о возгорании, диспетчерская

служба связывается с другими наблюдателями, чтобы подтвердить место пожара методом триангуляции (пересечения направлений с нескольких вышек). Это позволяет точно установить координаты возгорания и оперативно принять меры.

Преимуществами метода являются:

- простота организации;
- быстрое обнаружение при хорошей видимости;
- использование уже существующих пожарных вышек.

Но также в данном методе присутствует ряд недостатков:

- требуется круглосуточное присутствие людей на вышках в течение всего пожароопасного периода;
- ограниченная зона охвата из-за недостаточного количества вышек;
- высокая стоимость обслуживания для качественного использования и комфортного нахождения на них работников;
- аварийное состояние некоторых вышек (недостаточное финансирование на обслуживание);
- невозможность автоматизации процесса обнаружения.

Аппаратно-инструментальный метод – этот способ основан на автоматизированных системах, которые фиксируют признаки пожара с помощью датчиков. К ним относятся:

- видеокамеры с модулями видеоаналитики;
- тепловизоры, фиксирующие тепловое излучение огня;
- ИК-спектрометры и лазерные локаторы, которые измеряют параметры теплового излучения.

Наиболее экономичным решением считаются ПЗС-камеры видимого и ближнего ИК-диапазонов, как как они дешевле лазерных и ИК-систем, но при этом достаточно эффективны при мониторинге лесопожарной обстановки.

В настоящее время используются следующие автоматизированные системы:

- «Лесной дозор» – использует инфраструктуру сотовых операторов (камеры устанавливаются на вышках связи);
- «Лесохранитель» – анализирует изображения с камер, распознает дым с помощью искусственного интеллекта, исключая ложные срабатывания (например, на облака или туман);

Гидрометеорологический мониторинг – включает в себя метеорологические станции, которые играют важную роль в прогнозировании пожаров. Их роль заключается в том, что с них собирают данные о следующих факторах:

- температуре и влажности воздуха;
- скорости и направлении ветра;
- облачности и грозовой активности;
- температуре и влажности почвы.

Информация с таких станций помогает оценить пожарную опасность и спрогнозировать возможные очаги возгорания. Одним из примеров таких станций является автономная метеостанция MeteoTRACER, которая измеряет основные параметры и передает данные на расстояние до 100 км.

Также стоит отметить активно развивающуюся область информационного и программного обеспечения систем управления реагированием на пожар в городской среде, где также применяется метод наземного мониторинга [6-16]. Среди разработок можно выделить информационные ресурсы [17-19] и программы для ЭВМ [20-23]. Опыт исследования этих решений позволяет сделать вывод о возможности масштабирования некоторых их отдельных элементов на решение задач, связанных с мониторингом пожаров в природной среде.

Таким образом, наземный мониторинг включает визуальное наблюдение, автоматизированные системы и метеорологический анализ. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, но наибольшую эффективность демонстрируют комбинированные решения, сочетающие автоматизацию и данные гидрометеослужб. Следовательно, для повышения эффективности функционирования наземного мониторинга, объединяя в себе все рассмотренные методы мониторинга, необходимо создавать и по мере необходимости совершенствовать различные информационные средства, такие как программы ЭВМ и базы данных наземного мониторинга [24-26].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишалов И.С. Обнаружение лесных пожаров: основные этапы развития. Журнал «Системы безопасности» №5, 2010 Изд-во «Гротек» С.122-124.
2. Подрезов Ю. В. Методические особенности мониторинга чрезвычайных лесопожарных ситуаций / Ю. В. Подрезов // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Красноярск, 21 октября 2022 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2022. – С. 40-46. – EDN LCGOAT.
3. Коноплева И. К. Анализ видов и методов дистанционного мониторинга лесных пожаров / И. К. Коноплева // Современные технологии воспроизводства экологической среды на урбанизированных территориях : Сборник докладов V международной научно-практической студенческой конференции, Хабаровск, 03 мая 2020 года. Том Выпуск 5. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2020. – С. 116-118. – EDN YNGGGT.

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12 мая 2025 г. № 256 «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожарах».

5. Масягин М. М. Сравнительный анализ видов и методов мониторинга лесных пожаров на территории Российской Федерации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-vidov-i-metodov-monitoringa-lesnyh-pozharov-na-territorii-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 01.05.2026).

6. Апарин А. А. Мониторинг пожаров на открытых территориях / А. А. Апарин, А. О. Семенов. // Пожарная и аварийная безопасность. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 234–241.

7. Апарин А. А. Информационное обеспечение поддержки принятия решений при оперативном поиске средств видеомониторинга / А. А. Апарин // Новые технические, организационные и методические решения в области пожарной безопасности : сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых, приуроченной ко Дню российской науки, Балашиха, 07 февраля 2025 года. – Балашиха: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 114-118. – EDN LQQTHT.

8. Апарин А. А. К вопросу о видеомониторинге места пожара в городской среде на раннем этапе реагирования сил и средств подразделений пожарной охраны / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова // Наука молодых - наука будущего : Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 16 октября 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 15-23. – EDN YQFNMG.

9. Апарин А. А. Анализ программного обеспечения для работы со средствами видеомониторинга пожара в городской среде / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова // Наука XXI века: вызовы, становление, развитие : Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 июня 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 250-254. – EDN BHLWQK.

10. Апарин А. А. Видеомониторинг места пожара в городской среде на раннем этапе реагирования сил и средств подразделений пожарной охраны / А. А. Апарин, А. О. Семенов // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 23 мая 2025 года. – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – С. 282-284. – EDN THYQDI.

11. Разумова Е. Ф. К вопросу о развитии программного обеспечения для видеостены центра управления в кризисных ситуациях / Е. Ф. Разумова, А. А. Апарин, А. О. Семенов // состояние и перспективы развития современной науки и образования : сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 04 декабря 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2025. – С. 320-329. – EDN CFOXEL.

12. Апарин А. А. Подготовка к разработке программы для формирования виджета для видеостены Центра управления в кризисных ситуациях / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова // Научно-технологическое развитие 2025 : сборник статей Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 26 июня 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 84-88. – EDN EKLGMU.

13. Апарин А. А. Разработка структуры виджета для видеостены центра управления в кризисных ситуациях / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции, посвящённой 35-й годовщине со дня образования МЧС России, Иваново, 13–14 ноября 2025 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 848-854. – EDN ARDVFE.

14. Разработка программы, формирующей виджет для видеостены Центра управления в кризисных ситуациях / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова, А. А. Балобанов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2025. – № 3(56). – С. 81-90. – EDN MIGJEF.

15. Тараканов Д. В. Модели мониторинга пожаров на открытых территориях: монография / Д. В. Тараканов, А. О. Семенов, А. А. Апарин. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 103 с.

16. Семенов А.О. Мониторинг пожаров на открытых территориях: монография / А. О. Семенов, А. А. Апарин, Д. В. Калашников – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – 311 с.

17. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024625315 Российская Федерация. Информационное обеспечение поддержки принятия решений по оперативному выбору приоритетных для применения средств видеомониторинга на раннем этапе реагирования подразделений пожарной охраны в городской среде : № 2024624956 : заявл. 01.11.2024 : опубл. 19.11.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN CWFVJZ.

18. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620524 Российская Федерация. Информационные ресурсы для планирования видеомониторинга действий по тушению техногенного пожара : № 2022620275 : заявл. 18.02.2022 : опубл. 15.03.2022 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN BWBSCK.

19. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621358 Российская Федерация. Ресурсы информационного обеспечения видеомониторинга техногенного пожара при управлении сосредоточением подразделений пожарной охраны : № 2022621056 : заявл. 17.05.2022 : опубл. 08.06.2022 / А. А. Апарин. – EDN HOLCGC.

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023689145 Российская Федерация. Программа для формирования подборки оперативной видеоинформации для оперативных должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона : № 2023688117 : заявл. 15.12.2023 : опубл. 26.12.2023 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN SADIQG.

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688213 Российская Федерация. Программа для обобщения различных видов информации, поступающей в оперативную дежурную смену ЦУКС на раннем этапе организации реагирования : № 2024686423 : заявл. 07.11.2024 : опубл. 26.11.2024 / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова, А. Р. Тюрин. – EDN ATXQVE.

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024681047 Российская Федерация. Имитационное моделирование времени движения по внутривортовой территории первого прибывающего к месту пожара отделения на автоцистерне : № 2024680173 : заявл. 29.08.2024 : опубл. 04.09.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN CGEVXA.

23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612570 Российская Федерация. Определение количества и мест установки камер уличного видеонаблюдения для обеспечения информационных потребностей органов управления оперативным реагированием на пожар : № 2024610811 : заявл. 15.01.2024 : опубл. 02.02.2024 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN JYOFEN.

24. Калашников Д. В. Методы раннего обнаружения природного пожара / Д. В. Калашников, А. О. Семенов. // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 139–143. – EDN CMWUYW.

25. Калашников Д. В. Анализ технических средств и информационных ресурсов для обеспечения мониторинга природных пожаров / Д. В. Калашников, А. А. Апарин, А. О. Семенов. // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материа-

лов IV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 27 марта 2025 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 267–270. – EDN IGCCRK.

26. Калашников Д. В. Особенности современного мониторинга природных пожаров в Российской Федерации / Д. В. Калашников, А. О. Семенов. // Актуальные вопросы пожаротушения : Сборник материалов III Всероссийского круглого стола, Иваново, 28–29 марта 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 92–96. – EDN JUGMVX.

УДК 614.842

Д.В. Калашников, А.А. Апарин, А.О. Семенов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОВЕДЕНИЯ АВИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: в статье рассмотрены основные направления современных технологий авиационного мониторинга лесных пожаров, включающие в себя беспилотные летательные аппараты, средства ФБУ «Авиалесоохрана», лазерные сканирующие системы.

Ключевые слова: авиационный мониторинг, беспилотные летательные аппараты, лесные пожары.

D.V. Kalashnikov, A.A. Aparin, A.O. Semenov

ANALYSIS OF METHODS FOR CONDUCTING AVIATION MONITORING OF FOREST FIRES

Abstracts: the article discusses the main areas of modern technologies for aviation monitoring of forest fires, including unmanned aerial vehicles, FBU «Avialesookhrana» equipment, and laser scanning systems.

Keywords: aviation monitoring, unmanned aerial vehicles, and forest fires.

Авиационный мониторинг – это «мониторинг окружающей среды из пределов тропосферы, осуществляемый с самолетов, вертолетов и других летательных аппаратов, не поднимающихся на космические высоты» [1].

Авиационное обнаружение лесных пожаров, начиная с 1931 г., основывалось на визуальном обнаружении дыма и определении места возникновения лесного пожара или другого вида горения в лесу по топографической карте и плану лесонасаждений [2-3]. Обнаружить таким способом очаги горения под пологом леса, не дающие шлейфа дыма, только возникшие или тлеющие очаги, особенно заклубившиеся в почву, было невозможно. В 60-х гг. для обнаружения «скрытых» очагов горения был разработан и проходил опытно-производственную проверку авиационный тепловизор «Тайга», а в 1975 г. его дальнейшая модификация «Тайга-2» [4-5].

Метод авиационного мониторинга природных пожаров (по местонахождению средства мониторинга) занимает промежуточное положение между наземным и космическим мониторингом. Современные технологии авиационного мониторинга включают три основных направления:

- беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [6];
- средства Авиалесоохраны;
- лазерные сканирующие системы.

Мониторинг с помощью БПЛА – это процесс контроля за состоянием лесных территорий на всех этапах его развития. БПЛА помогает в раннем выявлении пожара (поиск очагов возгорания), в контроле за распространением огня и оперативном его тушении в дальнейшем.

В последние годы широкое применение находит использование именно БПЛА в качестве элемента системы раннего обнаружения лесных пожаров.

Функциональные возможности БПЛА достаточно обширны, но наиболее важными из них являются:

- раннее обнаружение очагов возгорания;
- контроль динамики распространения пожара;
- оценка эффективности пожаротушения;
- обеспечение связи в зоне чрезвычайной ситуации;
- непосредственное участие в тушении.

Для более качественного мониторинга БПЛА оснащаются такими системами, как мультиспектральные камеры, тепловизоры высокого разрешения, газоанализаторы и лидарные сканеры.

Преимущества использования БПЛА:

- круглосуточный мониторинг;
- работа в условиях сильного задымления;
- высокая оперативность разворачивания;
- экономичность (в сравнении с пилотируемой авиацией).

Мониторинг лесных пожаров с помощью сил и средств «Авиалесоохраны» – это комплекс лесоохранных мероприятий, который направлен на предупреждение, обнаружение и обеспечение тушения лесных пожаров. Для авиационного патрулирования используется малая авиация. Анализ достоинств и недостатков авиационного патрулирования (в рамках метода авиационного мониторинга лесных пожаров) приведен в статье [7]. Зона авиационного мониторинга пожарной опасности и тушения лесных пожаров на территории Российской Федерации охватывает 528,5 млн. га. Авиационная группировка субъектов Российской Федерации ежегодно формируется и состоит из порядка 300 воздушных судов и 4414 парашютистов и десантников-пожарных [8]. Методика работы данного вида мониторинга заключается в патрулировании лесов по установленным маршрутам, использовании аэрофотосъемки с высоты полета, а также применении бортовых тепловизоров для обнаружения очаговых зон.

Системы LIDAR (Light Detection and Ranging) – это системы радиолокации, работающие в оптическом диапазоне и использующие в качестве источника излучения лазер. Их принцип действия основан на излучении лазерных импульсов, фиксации отраженного сигнала, расчете расстояния по времени возврата импульса, а также построении 3D-модели территории. Системы позволяют выявить скрытые очаги тления и контролировать состояние лесного покрова. У данного метода имеется ряд технических ограничений, например, максимальная дальность составляет от 3 до 5 км.

Современный авиационный мониторинг лесных пожаров представляет собой сложную многоуровневую систему, сочетающую различные технологические подходы. Наиболее перспективным направлением является развитие беспилотных технологий в сочетании с автоматизированными системами обработки данных. Перечислим компоненты одного из возможных вариантов оптимальной стратегии проведения авиационного мониторинга лесных пожаров:

- постоянное патрулирование БПЛА среднего радиуса;
- точечное применение пилотируемой авиации для сложных случаев;
- использование лидарного сканирования для особо важных объектов;
- интеграцию всех данных в единую геоинформационную систему.

Дальнейшее развитие технологий авиационного мониторинга позволит значительно повысить эффективность раннего обнаружения и тушения лесных пожаров, сократив экономические и экологические последствия [9-14]. При этом стоит отметить ряд разработок в области информационного и программного обеспечения систем управления реагированием на пожар в городской среде, которые потенциально могут быть адаптированы для применения в области авиационного мониторинга лесных пожаров [15-16].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Финансовый словарь Финам. URL: <https://economics.niv.ru/doc/dictionary/finam/fc/slovar-192-1.htm#zag-204> (Дата обращения: 25.03.2026). – Текст : электронный.
2. ФБУ «Авиалесоохрана». Историческая справка. URL: <https://aviales.ru/default.aspx?texpage=175> (Дата обращения: 25.03.2026). – Текст : электронный.
3. Апарин, А. А. История развития способов прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций / А. А. Апарин, С. Л. Воронцов // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29–30 ноября 2018 года. Том Часть 2. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2018. – С. 197-200. – EDN CELLWI.
4. Арцыбашев, Е.С. Тепловизор «Тайга-2» для обнаружения и картирования лесных пожаров / Е.С. Арцыбашев, М.О. Гумба, О.К. Орлов, П.Н. Пряхин // Лесное хозяйство. – 1988. – № 9. – С. 33–34.
5. Технология и механизация лесохозяйственных работ : учебник для среднего профессионального образования / под редакцией В. И. Казакова. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 342 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-20067-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/588146> (дата обращения: 01.04.2026).
6. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Разработка научно-методических подходов и технологии использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве». URL: https://aviales.ru/files/documents/2011/08/ot_niokr.pdf (Дата обращения: 26.03.2026). – Текст : электронный.
7. Коноплева И. К. Анализ видов и методов дистанционного мониторинга лесных пожаров / И. К. Коноплева // Современные технологии воспроизводства экологической среды на урбанизированных территориях : Сборник докладов V международной научно-практической студенческой конференции, Хабаровск, 03 мая 2020 года. Том Выпуск 5. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2020. – С. 116-118. – EDN YNGGGT.
8. Федеральное агентство лесного хозяйства. Авиационная охрана лесов. Историческая справка. URL: <https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest-security-and-protection/fires/aviation/> (Дата обращения: 27.03.2026). – Текст : электронный.
9. Апарин А. А. Мониторинг пожаров на открытых территориях / А. А. Апарин, А. О. Семенов. – Текст: непосредственный // Пожарная и аварийная безопасность. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 234–241.
10. Калашников Д. В. Методы раннего обнаружения природного пожара / Д. В. Калашников, А. О. Семенов. // Современные пожаробезопасные материалы и

технологии: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 139–143. – EDN CMWUYW.

11. Калашников Д. В. Анализ технических средств и информационных ресурсов для обеспечения мониторинга природных пожаров / Д. В. Калашников, А. А. Апарин, А. О. Семенов. // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 27 марта 2025 года. – Иваново : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 267–270. – EDN IGCCCKR.

12. Калашников Д. В. Особенности современного мониторинга природных пожаров в Российской Федерации / Д. В. Калашников, А. О. Семенов. // Актуальные вопросы пожаротушения : Сборник материалов III Всероссийского круглого стола, Иваново, 28–29 марта 2024 года. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 92–96. – EDN JUGMVX.

13. Тараканов Д. В. Модели мониторинга пожаров на открытых территориях: монография / Д. В. Тараканов, А. О. Семенов, А. А. Апарин. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 103 с.

14. Семенов, А.О. Мониторинг пожаров на открытых территориях: монография / А. О. Семенов, А. А. Апарин, Д. В. Калашников – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – 311 с.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023689145 Российская Федерация. Программа для формирования подборки оперативной видеоинформации для оперативных должностных лиц пожарно-спасательного гарнизона : № 2023688117 : заявл. 15.12.2023 : опубли. 26.12.2023 / А. А. Апарин, Д. В. Тараканов, А. О. Семенов. – EDN SADIQG.

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688213 Российская Федерация. Программа для обобщения различных видов информации, поступающей в оперативную дежурную смену ЦУКС на раннем этапе организации реагирования : № 2024686423 : заявл. 07.11.2024 : опубли. 26.11.2024 / А. А. Апарин, А. О. Семенов, Е. Ф. Разумова, А. Р. Тюрин. – EDN ATXQVE.

УДК 614.849

**А.Н. Клушин, **О.Г. Циркина, **С.А. Сырбу*

**Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю*

**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

РАЗРАБОТКА ИНТУМЕСЦЕНТНОГО ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ СМЕСОВЫХ ТКАНЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: В работе предложен новый интумесцентный состав для тканей технического назначения, наносимый на поверхность текстильного полотна. Придание огнестойкости тканям из целлюлозных волокон и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон обеспечивается за счет образования на поверхности текстильного полотна при температуре горения волокнистого материала значительного по объему слоя кокса, защищающего ткань от прогорания и предотвращающего поступление кислорода в зону горения. Полученный огнестойкий материал предполагается использовать в качестве укрывного материала для защиты узлов технологического оборудования, тентов для фургонов грузового транспорта, палаточного материала и покрытия быстровозводимых каркасно-тентовых конструкций.

Ключевые слова: интумесцентный состав, ткань, огнезащита, пожарная безопасность, термический анализ.

A.N. Klushin, O.G. Tsirkina, S.A. Syrbu

DEVELOPMENT OF AN INTRUSIVE FIRE-PROTECTIVE COMPOSITION FOR TECHNICAL MIXED FABRICS

Abstracts: The paper proposes a new intumescent composition for technical fabrics, which is applied to the surface of the textile fabric. The fire resistance of fabrics made of cellulose fibers and fabrics made of a mixture of cellulose and polyester fibers is achieved by forming a significant layer of coke on the surface of the textile fabric at the combustion temperature of the fibrous material, which protects the fabric from burning and prevents the flow of oxygen into the combustion zone. The resulting fire-resistant material is intended to be used as a covering material for protecting technological equipment units, tents for cargo transport vans, tent material, and covering for rapid-erection frame-tent structures.

Keywords: intumescent composition, fabric, fire protection, fire safety, thermal analysis.

Потребность в новых материалах для защиты технологического оборудования от распространения пламени, и для обеспечения пожарной безопасности людей и техники при нахождении в сложных условиях обуславливает актуальность представленного исследования.

Новизна работы состоит в получении интумесцентного состава на основе поливинилхлорида и соли органической кислоты, который может использоваться для создания материалов с высокими прочностными характеристиками, устойчивых к воздействию пламени, влаги и действию микроорганизмов при различных условиях эксплуатации. Разработанный состав можно также применять для восстановления поврежденных участков покрытия.

Разработанный интумесцентный состав позволяет получить огнестойкий материал широкой области применения - укрывной материал для защиты узлов технологического оборудования, тентовые материалы для фургонов грузового транспорта, палаточный материал и покрытия быстровозводимых каркасно-тентовых конструкций.

В качестве тканевой основы может быть использован тканый и нетканый волокнистый материал с высокими физико-механическим показателям. В представленной работе в качестве субстрата выбрана смесовая хлопкополиэфирная ткань состава 80 % ХВ + 20 % ПЭ. В качестве полимера для изготовления покрытия используют эмульсионный поливинилхлорид (ГОСТ 14039) [1], представляющий собой порошок белого цвета с температурой самовоспламенения 500 °С. В качестве пластификатора для получения ПВХ-пластизоля используют 2-этилгексилфталат (диоктилфталат) (ГОСТ 8728-88) [2]. В качестве интумесцентного антипирена в состав добавляют соль органической кислоты в виде тонкодисперсного порошка, который хорошо смешивается с ПВХ-пластизолом с образованием однородной массы. В исходном состоянии предлагаемый в качестве антипирена порошок не горюч, при повышенной температуре подвергается термическому разложению (термолизу) с образованием простых веществ: оксидов, углерода и воды.

Научную новизну исследования представляет разработка состава и способа получения двуслойного полимерно-тканевого материала, который может применяться для обеспечения пожарной безопасности различных объектов защиты. Практическая значимость выполняемой работы заключается в том, что использование разработанного материала позволит повысить уровень защиты людей и имущества от пожаров, что снизит риск гибели людей и сократит потенциальный материальный ущерб.

Разработанный состав предназначен для получения огнестойкого водонепроницаемого материала со вспучивающимся покрытием на основе поливинилхлорида. Придание огнестойкости тканям из целлюлозных волокон и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон обеспечивается за счет образования на поверхности текстильного полотна при температуре горения хлопка/льна/полиэфира значительного по объему слоя кокса, защищающего ткань от прогорания и предотвращающего поступление кислорода в зону горения. Тонкодисперсный порошок соли органической кислоты, использующийся в качестве вспучивающейся добавки в составе ПВХ-пасты, образует на поверхности ткани практически бесцветную прозрачную пленку. При темпе-

ратуре разложения антипирена выделяются газообразные продукты, являющиеся негорючими, которые вспучивают эластичную ПВХ-пленку, при этом одновременно на поверхности ткани образуется объемный коксовый слой, обеспечивающий самозатухание текстильного материала.

Для исследования эффекта огнезащиты обработанные образцы ткани испытывали на пожарную опасность согласно методикам, описанным в следующей нормативно-технической литературе:

– ГОСТ Р 50810-95 Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» [3] – в части, касающейся определения воспламеняемости текстильных и кожаных материалов.

Для определения термостойкости, величины эффективной энергии активации процесса термического разложения использовались данные динамической термогравиметрии (ТГ). Кривые были получены на дифференциальном сканирующем калориметре Q 500 фирмы INTEC. Измерения проводились в режиме нагрева в диапазоне температур от 0 °С до 500 °С. Обработка кривых проведена методом модуляционных стандартов.

Анализ полученных результатов показал, что использование предлагаемого антипирена обеспечивает повышение огнезащиты тканей различного волокнистого состава. А именно, значительно снижается величина потери массы образца в диапазоне температур 100–500 °С, о чем свидетельствует увеличение количества коксового остатка, температура начала термического разложения смещается в более низкую область, что свидетельствует о том, что соль органической кислоты начинает разлагаться с образованием кокса и негорючих газов и защищать ткань от прогорания. При этом, значительно расширяется диапазон температур, в которых происходит постепенная термоокислительная деструкция полимерного материала, максимальная скорость деструкции смещается в область более высоких температур. Данные характеристики позволяют сделать вывод, что материал становится более устойчивым к тепловому воздействию. Также значительно возрастает величина коэффициента вспучивания и диаметр вспученной поверхности, что свидетельствует о более надежной защите материала от воздействия пламени [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 14039-78 Поливинилхлорид эмульсионный. Технические условия М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 1978. – 22 с.
2. ГОСТ 8728-88 Пластификаторы. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1988. – 11 с.
3. ГОСТ Р 50810-95 Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация М.: Издательство стандартов, 1995. – 9 с.
4. Патент на изобретение № 2861156 С1 (RU), Российская Федерация, МПК

С09К 21/14, D06М 15/248. Вспучивающийся огнезащитный состав для тканей из целлюлозных волокон и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон / Клушин А.Н., Циркина О.Г., Сырбу С.А., Спиридонова В.Г., Голубева Е.С.; опубл. 28.04.2026, бюл. № 13.

УДК 614.842.42

Д.Д. Коваленко, А.В. Волков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ «РУБЕЖ» И «БОЛИД»

Аннотация: В статье проведен сравнительный анализ систем противопожарной защиты «Рубеж» и «Болид» в разрезе трёхуровневой архитектурной модели. Показано, что обе платформы удовлетворяют требованиям действующих нормативных документов и обеспечивают построение адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации различного масштаба. Отмечены преимущества рассматриваемых систем. Даны рекомендации по выбору конкретной системы.

Ключевые слова: противопожарная защита, адресно-аналоговая система, пожарный извещатель, автоматизированное рабочее место, экосистема.

D.D. Kovalenko, A.V. Volkov

COMPARATIVE ANALYSIS OF ARCHITECTURAL SOLUTIONS AND SOFTWARE FOR THE RUBEZH AND BOLID FIRE PROTECTION SYSTEMS

Abstracts: This article provides a comparative analysis of the Rubezh and Bolid fire protection systems within a three-tier architectural model. It demonstrates that both platforms meet current regulatory requirements and support the development of addressable analog fire alarm systems of various sizes. The advantages of these systems are highlighted and recommendations for selecting a specific system are provided.

Keywords: fire protection, addressable analogue system, fire alarm, automated workstation, ecosystem.

Развитие систем противопожарной защиты (СПЗ) в Российской Федерации определяется требованиями нормативных документов — СП 484.1311500.2020 (Изменения № 1), ГОСТ Р 53325-2012 и ряда связанных стандартов. В условиях расширения номенклатуры отечественного оборудо-

вания перед проектными организациями остро стоит задача обоснованного выбора аппаратно-программной платформы, обеспечивающей надёжное обнаружение и локализацию пожара при минимальном числе ложных срабатываний.

Среди ведущих производителей адресно-аналоговых систем в России особое место занимают два предприятия: ТГ «Рубеж» (г. Саратов) с интегрированной системой безопасности ИСБ RUBEZH R3 и ЗАО НВП «Болид» (г. Королёв) с интегрированной системой охраны ИСО «Орион». Обе платформы получили широкое распространение на объектах различного назначения начиная от административных зданий до взрывоопасных промышленных производств и располагают развитой экосистемой программного обеспечения.

Актуальность настоящего исследования обусловлена отсутствием систематизированного сравнительного анализа указанных платформ в открытых академических источниках, тогда как практика проектирования требует чётких критериев при выборе архитектурного решения.

Современные адресно-аналоговые СПЗ организуются по иерархическому принципу, в рамках которого принято выделять три функциональных уровня [1]. Данный подход отражает рекомендации нормативных актов СП 484.131.1500.2020 (Изменения № 1) и позволяет формализовать требования к каждой группе компонентов.

Нижний уровень образуют полевые устройства: пожарные извещатели дымовые, тепловые, пламени и комбинированные, ручные пожарные извещатели, а также исполнительные устройства — оповещатели, модули управления клапанами, релейные блоки. Задача устройств нижнего уровня состоит в обнаружении факторов пожара и трансляции тревожного сигнала на вышестоящий прибор.

Средний уровень представлен приёмно-контрольными приборами и управляющими охранно-пожарными контроллерами. Они осуществляют сбор данных от нижнего уровня, выполняют алгоритмы логической обработки (двойная сработка, перекрёстные связи, управление зонами) и передают обобщённую информацию на верхний уровень.

Верхний уровень составляют автоматизированные рабочие места (АРМ) операторов и серверное программное обеспечение. Данный уровень обеспечивает визуализацию состояния системы, ведение архива событий, формирование отчётности и управление разграничением прав доступа. В ряде решений функции верхнего уровня возлагаются на специализированные промышленные компьютеры, интегрированные в оборудование среднего уровня.

Интегрированная система безопасности ИСБ RUBEZH R3 представляет собой комплексную программно-аппаратную платформу, охватывающую системы пожарной сигнализации, охранной сигнализации, контроля и управления доступом, дымоудаления, пожаротушения и систему оповещения [2].

Нижний уровень системы образован адресными модулями и устройствами, работающими по фирменному протоколу R3 в составе адресной линии связи (АЛС). Они контролируют ситуацию на защищаемом объекте и передают информацию об этом на средний уровень для ее обработки и принятия решений. На данном уровне происходит непосредственное управление всеми исполнительными устройствами оповещения, тушения, противодымной защиты и другими инженерными системами с помощью адресных модулей. Адресные устройства и модули нижнего уровня не умеют обмениваться информацией между собой, вся связь между ними реализуется через приемно-контрольный прибор.

Прибор R3-Рубеж-2ОП контролирует адресные устройства по двум АЛС, поддерживая радиальные и кольцевые топологии при общей длине каждой АЛС не более 3000 м [3]. Адресные релейные модули обеспечивают управление клапанами дымоудаления, огнезадерживающими клапанами и иными исполнительными устройствами. В каждом приборе реализована возможность создания до 500 охранных или пожарных зон, а также контроль АЛС на короткое замыкание, обрыв и перегрузку.

Средний уровень представлен приёмно-контрольными и управляющими охранно-пожарными приборами (ППКОПУ) серии «Рубеж-2ОП». Он контролирует адресные устройства по двум АЛС, поддерживая радиальные и кольцевые топологии при общей длине каждой АЛС не более 3000 м [3]. Адресные релейные модули обеспечивают управление клапанами дымоудаления, огнезадерживающими клапанами и иными исполнительными устройствами. В каждом приборе реализована возможность создания до 500 охранных или пожарных зон, а также контроль АЛС на короткое замыкание, обрыв и перегрузку.

Отличительной особенностью среднего уровня является использование кольцевого интерфейса R3-Link, обеспечивающего сохранение работоспособности системы при разрыве кольца. Постановка и снятие с охраны реализованы по картам Proximity стандарта Em-Marine.

Верхний уровень реализован посредством программного обеспечения FireSec 3 и FireSec NT. ПО FireSec 3 включает четыре основных приложения: «Администратор» (конфигурирование системы), «Оперативная задача» (мониторинг состояния объекта в реальном времени), «Клиент интеграции» (стыковка со сторонними программными комплексами) и «Мультисерверная задача» (централизованное наблюдение за несколькими независимыми серверами) [4]. Программное обеспечение FireSec NT является кроссплатформенным и поддерживает работу под управлением операционных систем Windows и Linux, включая отечественный дистрибутив Astra Linux, что отвечает требованиям политики импортозамещения [5]. Для объектов, не требующих отдельного рабочего места оператора, предназначен прибор ЦПИУ «Рубеж-АРМ», функционально объединяющий средний и верхний уровни.

Интегрированная система охраны ИСО «Орион» производства ЗАО НВП «Болид» является универсальной программно-технической платформой для комплексной защиты объектов: охранной и пожарной сигнализации, контроля доступа, видеонаблюдения, автоматического пожаротушения, а также диспетчеризации инженерных систем здания [6].

Нижний уровень ИСО «Орион» включает две категории устройств: приборы с радиальными линиями связи, к которым допускается подключение извещателей любых производителей, и адресно-аналоговые устройства, работающие совместно с контроллером двухпроводной линии С2000-КДЛ (С2000-КДЛ-2И).

Средний уровень образован пультом контроля и управления С2000М, выполняющим две принципиальные функции: аппаратное объединение до 127 приборов по единому системному интерфейсу RS-485 и информационное объединение оборудования посредством общего протокола информационного обмена [8]. Пульт С2000М обеспечивает ручное управление режимами охранной и пожарной сигнализации, управление установками пожаротушения «С2000-АСПТ» и «Поток-3Н», а также централизованную передачу извещений на пульт централизованного наблюдения. Топология линий связи позволяет увеличить расстояние от поста охраны до крайнего извещателя на несколько километров [8].

Верхний уровень реализован тремя программными продуктами: АРМ «Орион» (базовый мониторинг), АРМ «С2000» (расширенный контроль с графическим редактором и менеджером планов объектов) и АРМ «Орион Про» — полнофункциональная платформа с интеграцией видеонаблюдения, СКУД, пожарной автоматики, поддержкой языка сценариев Orion-scripts и OPC-сервера Orion-ModBus [9]. Все программные продукты «Болид» функционируют под управлением ОС Windows.

Обе системы реализуют трёхуровневую архитектуру, однако применяют различные подходы к её реализации. ИСБ RUBEZH R3 изначально проектировалась как единая платформа с единым протоколом R3 на всех уровнях, тогда как ИСО «Орион» формировалась эволюционно: нижний и средний уровни исторически работали по протоколу RS-485, а высокоуровневые программные продукты добавлялись последовательно. Это определяет более высокую архитектурную однородность системы «Рубеж» и более выраженную модульность, и гибкость системы «Болид».

Принципиальное различие состоит в протоколе нижнего уровня. Протокол R3, используемый в системе «Рубеж», реализован в кольцевой топологии, обеспечивающей отказоустойчивость при разрыве АЛС. Протокол RS-485, применяемый в системе «Болид», более универсален и поддерживает широкий спектр отечественного и зарубежного оборудования, однако кольцевая топология обеспечивается лишь в ограниченном числе конфигураций.

Другим ключевым различием является ёмкость системы на уровне одного прибора: ППКОПУ R3-Рубеж-2ОП поддерживает до 500 зон, тогда как пульт С2000М в стандартном исполнении объединяет до 127 приборов, каждый из которых контролирует определённое число шлейфов. На крупных объектах система «Рубеж» обеспечивает большую плотность адресации на прибор, тогда как «Болид» масштабируется за счёт добавления пультов и объединения их в единую сеть через АРМ «Орион Про».

Программное обеспечение «Рубеж» обладает рядом конкурентных преимуществ в части кроссплатформенности. FireSec NT функционирует под управлением Windows и Linux, что критично для объектов, переходящих на отечественные ОС в рамках политики импортозамещения. Механизм «Мультисерверной задачи» позволяет осуществлять единое диспетчерское наблюдение за территориально распределёнными системами, подключёнными к разным серверам, что востребовано для корпоративных и ведомственных объектов [5].

Программное обеспечение «Болид» располагает более зрелой экосистемой: поддержка языка Orion-scripts обеспечивает гибкое программирование сценариев управления, OPC-сервер Orion-ModBus открывает возможности интеграции с промышленными АСУ ТП. Вместе с тем ограниченность поддерживаемых операционных систем снижает применимость «Болид» на инфраструктуре, использующей Linux-решения.

На основании проведённого анализа могут быть сформулированы следующие рекомендации. Система «Рубеж» наиболее целесообразна: для крупных и территориально распределённых объектов, требующих централизованного мониторинга из единого центра управления; для объектов с высокими требованиями к отказоустойчивости физического канала; для объектов, переходящих на отечественные ОС или уже использующих Linux-инфраструктуру; для взрывоопасных производств (взрывозащищённая линейка Ex).

Система «Болид» целесообразна: для объектов малого и среднего масштаба с ограниченным бюджетом; для объектов с уже эксплуатируемым смешанным парком оборудования различных производителей; для проектов, требующих глубокой интеграции с промышленными АСУ ТП через OPC и Modbus.

Проведённый сравнительный анализ СПЗ в разрезе трёхуровневой архитектурной модели позволяет констатировать следующее. Обе платформы удовлетворяют требованиям действующих нормативных документов и обеспечивают построение адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации различного масштаба.

Система «Рубеж» обладает преимуществами в части единства протокола R3, кроссплатформенности программного обеспечения, поддержки отказоустойчивой кольцевой топологии АЛС и наличия взрывозащищённого исполнения. Система «Болид» демонстрирует более высокую зрелость экосистемы,

развитые инструменты сценарного программирования, широкую совместимость с оборудованием сторонних производителей.

Выбор конкретной платформы должен осуществляться на основе детального технического задания с учётом масштаба объекта, требований к отказоустойчивости, операционной среды, бюджетных ограничений и планов интеграции с инженерными системами здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: с Изменением № 1: утвержден и введен в действие приказом МЧС России от 27 марта 2025 г. № 252. – Дата введения: 2025-09-01. – М.: ВНИИПО МЧС России
2. ИСБ RUBEZH R3: каталог оборудования / ТК «Рубеж». URL: https://products.rubezh.ru/catalog/isb_rubezh_r3/ (дата обращения: 01.04.2026).
3. Руководство по эксплуатации R3-Рубеж-2ОП / ТК «Рубеж». URL: https://products.rubezh.ru/products/r3_rubezh_2op-1576/ (дата обращения: 01.04.2026).
4. Программное обеспечение ИСБ RUBEZH R3 / ТК «Рубеж». URL: https://products.rubezh.ru/catalog/isb_rubezh_r3/programmnoe_obespechenie/ (дата обращения: 01.04.2026).
5. Кроссфункциональное ПО FireSec NT 1.8 на ОС Astra Linux [Вебинар] / ТК «Рубеж». URL: <https://products.rubezh.ru/solutions/spa-rubezh-r3/> (дата обращения: 01.04.2026).
6. Принцип построения ИСО «Орион» / ЗАО НВП «Болид». URL: https://bolid.ru/production/orion/about-orion/orion_princip_postroeniya.html (дата обращения: 01.04.2026).
7. Контроллер двухпроводной линии С2000-КДЛ / ЗАО НВП «Болид». URL: <https://bolid.ru/> (дата обращения: 01.04.2026).
8. Пульт контроля и управления охранно-пожарный С2000М: руководство по эксплуатации / ЗАО НВП «Болид». URL: <https://bolid.ru/production/orion/network-controllers/s2000m.html> (дата обращения: 01.04.2026).
9. Интегрированная система охраны «Орион». Проекты и решения / ЗАО НВП «Болид». URL: <https://bolid.ru/projects/iso-orion/> (дата обращения: 01.04.2026).
10. ГОСТ Р 53325-2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2013. 82 с.

УДК 614.84

В.О. Коваленя, Р.М. Шипилов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОМПЛЕКС ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ И ОБОСНОВАНИЮ НОРМАТИВОВ ПО РАБОТЕ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СО СПЕЦИАЛЬНЫМ СПАСАТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Аннотация: статья посвящена исследованию состояния нормативной базы, регулирующей работу подразделений пожарной охраны со специальным спасательным оборудованием. Выявлены ключевые проблемы в действующей нормативно-правовой базе. Предложены рекомендации по улучшению существующей нормативно-правовой базы.

Ключевые слова: подготовка пожарно-спасательных подразделений, аварийно-спасательные работы, аварийно-спасательное оборудование.

V. O. Kovalenya, R. M. Shipilov

COMPLEX PROPOSALS FOR DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF STANDARDS ON WORKING WITH SPECIAL RESCUE EQUIPMENT BY FIRE-FIGHTING UNITS

Abstracts: This article examines the current regulatory framework governing the use of specialized rescue equipment by fire departments. Key issues in the current regulatory framework are identified. Recommendations for improving the existing regulatory framework are offered.

Keywords: fire and rescue unit training, emergency rescue operations, emergency rescue equipment.

Актуальность

Современные чрезвычайные ситуации требуют высокого уровня готовности и профессионализма от сотрудников пожарной охраны [1, 2, 3, 4]. Важнейшую роль играет эффективное использование специализированного спасательного оборудования, которое позволяет минимизировать последствия аварий и катастроф [4, 5, 6]. Однако многие действующие нормы и стандарты устарели и нуждаются в обновлении. В частности, необходимы четкие регламенты использования каждого вида специального спасательного оборудования, учитывающие особенности различных типов чрезвычайных ситуаций. Это включает инструктажи по эксплуатации, временные рамки выполнения операций и подготовку личного состава, допускаемого к таким работам.

Анализ сложившейся практики показывает, что нормативы и инструкции, которые сейчас действуют не в полном объёме соответствуют реальной специфике ситуаций, которые могут появиться при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Целью исследования является разработка предложений по совершенствованию действующей нормативной базы в области организации работы пожарно-спасательных подразделений с применением специального спасательного оборудования. Основные **задачи** исследования включают:

1. Анализ положений, подлежащих изменению и дополнению в нормативной документации.
2. Обоснование целесообразности разработки новых стандартов и методик работы с современным специальным спасательным оборудованием.
3. Формулирование рекомендаций по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации специального спасательного оборудования.

Методы исследования

Для достижения поставленных целей использовались методы анализа нормативно-правовых документов в области пожарной безопасности, а также практические действия пожарных в чрезвычайных ситуациях.

Обсуждение результатов исследования

Изучению и анализу подверглись: Федеральный закон от 18.11.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [7]; Приказ МЧС России от 5 февраля 2025 г. № 77 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны» [8]; распоряжение МЧС России от 15.12.2024 № 1224 «Об утверждении Сборника упражнений по профессиональной подготовке личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» [9]; Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» [10]. Проведенный анализ выявил ряд аспектов, требующих дальнейшей проработки и нормативного закрепления.

Основной нормативный акт в обеспечении деятельности пожарной охраны, является Федеральный закон от 18.11.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», в котором определяются правовые, экономические и социальные основы в области пожарной безопасности в Российской Федерации. Данный закон регламентирует лишь основные задачи пожарной охраны, среди которых организация и осуществление тушения пожаров, и проведение аварийно-спасательных работ (АСР).

Приказ МЧС России от 5 февраля 2025 г. № 77 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны» направлен на формирование профессиональных навыков личного состава, дает ясное представление о годовом планировании занятий по работе со специальным спасательным оборудованием. Однако в данном приказе отсутствует база по организации работы с пожарно-техническим вооружением при организации АСР.

Распоряжение МЧС России от 15.12.2024 № 1224 «Об утверждении Сборника упражнений по профессиональной подготовке личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» дает варианты выполнения упражнения по профессиональной подготовке личного состава пожарных подразделений. В частности, в распоряжении полностью отсутствуют варианты выполнения упражнений с некоторыми разновидностями специального спасательного оборудования. Также в сборнике упражнений отсутствует отработка норматива, связанного с работой бензопилой (мотопилой).

Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» описывает правила по охране труда только при работе с гидравлическим аварийно-спасательным инструментом.

Одним из важных элементов совершенствования нормативной базы является внедрение подробных инструкций по работе с наиболее распространенными видами специального спасательного оборудования, такими как бензопилы (мотопилы). В качестве примера приведем алгоритм выполнения норматива с бензопилой (мотопилой) (таблица).

Таблица **Правила выполнения упражнения с бензопилой (мотопилой)**

Подготовительные мероприятия	Последовательность действий исполнителя	Критерии оценивания норматива
Теоретическая подготовка и изучение инструкции по эксплуатации. Инструктаж по охране труда и технике безопасности. Подготовка специальной площадки с размерами, соответствующими требованиям безопасности. Установка сигнальных дорожных конусов для обозначения зоны проведения тренировок. Фиксация деревянного бруса толщиной 10×10 см на стойках. Проведение осмотра бензопилы (мотопилы): проверка работоспособности всех узлов и механизмов, наличия топлива и смазочных материалов.	Исполнитель находится на линии старта, расположенной на расстоянии одного метра от бензопилы (мотопилы). По команде «К выполнению норматива приступить»: 1. Бегом направляется к месту установки деревянных стоек с фиксированным брусом. 2. Запускает двигатель инструмента согласно инструкции производителя. 3. Приступает к резке деревянного бруса с соблюдением требований безопасности: удерживая инструмент справа от тела, рез производить нижней частью направляющей шины в направлении от себя. 4. Завершив процесс резки, останавливает двигатель.	Норматив считается успешно выполненным, если соблюдены все этапы правильной последовательности действий и норматив выполнен не дольше одной минуты, исполнитель одет в защитную одежду (боевая одежда пожарного), забрало шлем-каска пожарного опущено вниз.

Заключение

Предлагаемые меры позволят повысить эффективность действий пожарно-спасательных подразделений, снизить риск травмирования сотрудников и уменьшить количество случаев повреждения дорогостоящего оборудования. Важно отметить, что предлагаемые изменения базируются на принципах систематического подхода к обучению и регулярной проверке квалификации сотрудников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Миронов Н.Г., Шипилов Р.М., Ведяскин Ю.А.* Анализ организации профессиональной подготовки сил и средств ГДЗС ГУ МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному Округу-Югре для поддержания в постоянной готовности // Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей. сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции среди образовательных организаций высшего образования. Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. Иваново, 2023. С. 77-84.
2. *Ромашенко С.Е., Шипилов Р.М.* Кроссфит как инновационная платформа для физической подготовки пожарных // Физическое воспитание в условиях современного образовательного процесса. Сборник материалов национальной научно-практической конференции с международным участием. Шуя, 2021. С. 338-341.
3. *Шипилов Р.М., Трусова В.В.* Формирование скоростно-силовых качеств с помощью средств сопротивления // Наука и образование в эпоху перемен: перспективы развития, новые парадигмы. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 241-244.
4. *Маринич Е.Е., Шипилов Р.М., Войкин И.А.* Формирование готовности курсантов к проведению аварийно-спасательных работ в базовом курсе дополнительной профессиональной подготовки «Спасение людей» // Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 1 (32). С. 49-60.
5. *Казанцев С.Г., Серёгин М.В., Шипилов Р.М., и др.* Пожарно-спасательная подготовка / С.Г. Казанцев, М.В. Серёгин, Р.М. Шипилов, В.А. Смирнов, Д.Н. Шалявин // практическое руководство / Часть 1. Иваново, 2020.
6. *Шипилов Р.М., Казанцев С.Г., Харламов Р.И., и др.* Разработка проекта тренажёра по работе с гаси // Пожарная и аварийная безопасность. 2019. № 2 (13). С. 31-37.
7. Федеральный закон от 18.11.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
8. Приказ МЧС России от 5 февраля 2025 г. № 77 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны».
9. Распоряжение МЧС России от 15.12.2024 № 1224 «Об утверждении Сборника упражнений по профессиональной подготовке личного состава федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
10. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

УДК 627.8

*А.Н. Комяков, Т.И. Чистяков, Е.Н. Болдырев, В.В. Жучков,
Д.А. Петербургский*

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ НУЖД

Аннотация: В данной статье представлены технические решения в области создания быстровозводимых гидротехнических сооружений, которые могут использоваться для создания временных водоёмов на нужды пожаротушения. Рассмотрены варианты задействования подобных водоемов с помощью мобильной пожарной техники.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, ручьи, плотина, овраг, водоём, противопожарное водоснабжение, забор воды на тушение.

A.N. Komyakov, T.I. Chistyakov, E.N. Boldyrev, V.V. Zhuchkov, D.A. Peterburgsky

USE OF WATER RESOURCES OF SMALL WATERCOURSES FOR FIRE-FIGHTING NEEDS

Abstracts: This article presents technical solutions for the creation of rapid-erected hydraulic structures that can be used to create temporary reservoirs for firefighting purposes. The article discusses options for using such reservoirs with the help of mobile firefighting equipment.

Keywords: hydraulic structure, streams, dam, ravine, reservoir, firewater supply, water intake for firefighting.

Россия находится в лидерах по количеству рек и ручьев, кроме которых имеется большое количество временных водотоков, которые временно возникают в периоды выпадения большого количества осадков и таяния снега. Крупные города, поселения, небольшие населенные пункты располагаются по берегам морей, озёр, рек, которые в свою очередь являются источниками противопожарного водоснабжения. В небольших населенных пунктах, где имеются водотоки, в качестве источника противопожарного водоснабжения можно рассматривать временные водоемы, получаемые с помощью возведения гидротехнических сооружений (ГТС).

На кафедре инженерной теплофизики и гидравлики (ИТиГ) Академии ГПС МЧС России проводятся инициативные НИР по созданию, совершенствованию конструкций, способов возведения и использования ГТС

наполняемого типа [2, 3, 6] для создания временных водоемов для противопожарного водоснабжения.

Согласно п. 5 ст. 68 Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция), в ряде случаев допускается не предусматривать противопожарное водоснабжение. Использование ручьёв, малых рек и временных водотоков для создания ГТС на подобных объектах позволит снизить их пожарную опасность.

Отечественные и зарубежные производители наладили серийный выпуск некоторых образцов гидротехнических сооружений. Предлагаемое ГТС отличается меньшими затратами и возможностью их возведения на водотоках заинтересованными частными лицами или органов самоуправления. Основу ГТС представляют недорогие серийно выпускаемые рукавные плёночные и тканевые материалы, водонепроницаемые тенты, гибкие трубопроводы и водопроводная арматура.

На рис. 1 представлен опытный образец ГТС наполняемого типа, который проходил испытание в Щелковском учебно-опытном лесхозе МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана в рамках выполнения ВКР студентами и магистрантами Лесопромышленного факультета под руководством одного из авторов этой статьи [4, 5, 6].



Рис. 1. Опытный образец ГТС из тканевого рукава с полиэтиленовым вкладышем

С помощью недорогих плёночных рукавных материалов, возможно создание гидротехнического сооружения, длительное время способное сохранять свою устойчивость и аккумулировать значительные запасы воды на пожаротушение.

В 2024 году на кафедре ИТиГ Академии ГПС МЧС России была разработана и защищена патентом на изобретение конструкция ГТС наполняемого типа с саморазвёртывающимся водонепроницаемым экраном (рис. 2) [1].

Отличительной особенностью данной конструкции является продольное к направлению сдвигающих усилий расположение, которая заполняется водой или другим наполнителем (например: вода и воздух в разных сочетаниях, пульпа) рукавных ёмкостей. Это позволяет сохранить устойчивость и исключает возможность их перекатывания под действием давления воды со стороны верхнего бьефа, что характерно для ГТС с поперечным расположением ёмкостей.

Продольное расположение ёмкостей ГТС позволяет при выполнении монтажных работ не использовать дополнительные крепления и опоры. Необходимая удерживающая сила создаётся весом сооружения и обоснованной для данных условий длиной продольно установленных ёмкостей. Поэтому сооружения предлагаемой конструкции можно отнести к ГТС гравитационного типа. Авторами изобретения разработана методика расчёта устойчивости сооружения на сдвиг в зависимости от его основных параметров эксплуатации.

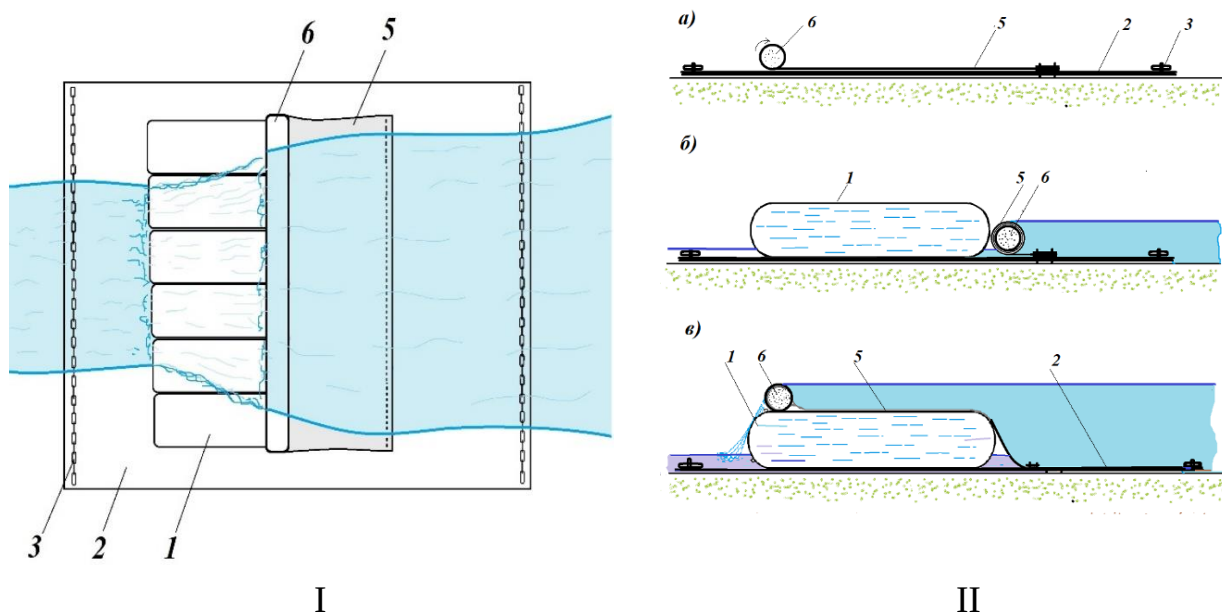


Рис. 2. Гидротехническое сооружение с саморазвёртывающимся экраном (патент на изобретение № 2824375):

- I – вид в плане с позициями; 1) герметичная эластичная рукавная емкость; 2) гибкое основание; 3) пригрузочные цепи; 5) гибкий водонепроницаемый экран; 6) воздушная рукавная емкость; II – вид сбоку с фазами монтажа; а – начальная; б – наполнения; в – рабочая.

Существенным преимуществом водоналивных сооружений, с точки зрения противопожарного водоснабжения, является то, что в случае опорожнения водоёма в верхнем бьефе плотины, могут быть использованы запасы воды в самих ёмкостях.

При выборе места для размещения противопожарных водоёмов следует руководствоваться рядом критериев, главные из которых: наличие естественного водоисточника (места с близким залеганием грунтовых вод, наличием родников или ручьёв); близость к потенциально опасным зонам, наиболее уязвимых к возгоранию: сухих вырубок, мест скопления горючего материала (сухая листва, хвоя, валежник), а также вдоль дорог и троп, где часто возникают антропогенные пожары; доступность для техники и людей, т.е. возможность подъезда пожарных машин, вездеходов, автоцистерн или других средства доставки воды к месту пожара.

При создании искусственных водоёмов следует использовать низины и естественные углубления (балки, овраги, впадины). В такие местах естественным образом аккумулируется вода и за счёт рельефа может быть снижен объём земляных работ.

В зависимости от степени доступности водоёма для пожарной техники возможен ряд вариантов забора воды на тушение. Наиболее предпочтительным является вариант с установкой ГТС и созданием запаса воды вблизи дороги с непосредственным забором воды в пожарную автоцистерну (рис. 3). Насос АЦ с помощью всасывающих рукавов и всасывающей сетки забирает воду из ГТС и подает её по магистральным и рабочим рукавным линиям непосредственно на тушение пожара. Если место пожара значительно удалено от водоисточника, то для подачи воды на пожаротушение можно использовать последовательную работу насосов (подавать воду в перекачку) или организовать подвоз воды к месту пожара.

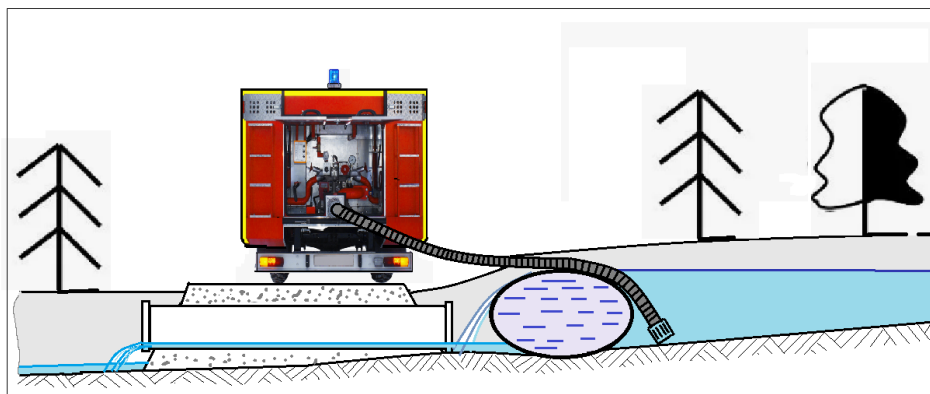


Рис. 3. Схема забора воды на тушение пожарной автоцистерной из ГТС

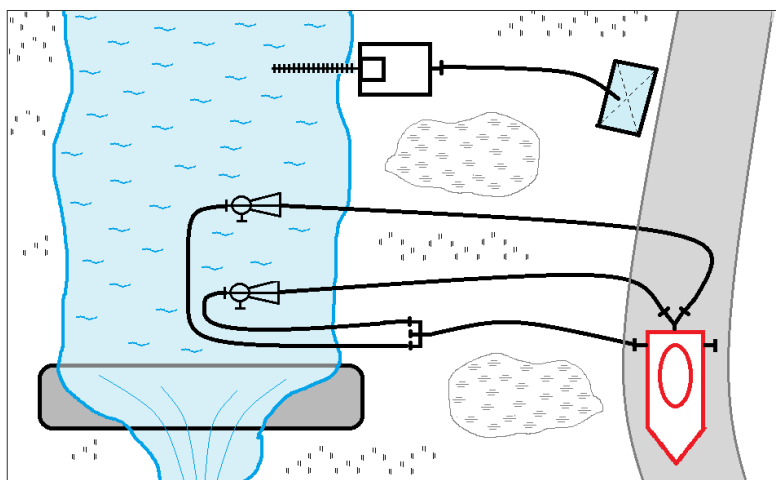


Рис. 4. Схема забора воды на тушение из труднодоступных водоёмов с помощью переносной мотопомпы и гидроэлеваторной системы

В случае необходимости забора воды на тушение из труднодоступных водоёмов с неудовлетворительными подъездами или большим перепаде высот (ручей протекает в овраге) забор воды из ГТС может быть осуществлен с помощью переносных мотопомп или гидроэлеваторных систем (рис. 4).

В этом случае мотопомпа может быть использована для перекачки воды из гидротехнического сооружения в цистерну пожарного автомобиля или промежуточную емкость. При расположении пожарного автомобиля до 100 м от ГТС забор воды в емкость АЦ можно осуществить с помощью гидроэлеваторной системы.

Таким образом, использование ГТС позволяет оперативно создавать запасы воды на пожаротушение в лесных массивах, удалённых населенных пунктах и на производственных объектах. А имеющаяся на вооружении пожарная техника способна забирать воду из сооружаемых водоисточников и подавать её на тушение пожаров в труднодоступных местах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на изобретение № 2824375. Российская Федерация. Гидротехническое сооружение // Комяков А.Н., Пузач С.В., Болдырев Е.Н., Копылов А.А., Горюшкин С.С.; Патентообладатель: Академия ГПС МЧС России, приоритет 09.01.2023; опубликовано 09.08.2024, Бюл. N 22
2. Отчет о НИР «Разработка и обоснование параметров водоналивных гидротехнических сооружений для создания пожарных водоёмов», Комяков А.Н., Болдырев Е.Н., Горюшкин С.С., АГПС МЧС России, – 2022. –34 с
3. Комяков А.Н. Применение мягких гидротехнических сооружений рукавного типа при создании пожарных водоемов и водохранилищ. Журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация», 2022. № 3, с. 36-43

4. Патент России на полезную модель № 62615. Гидротехническое сооружение [Текст]//№ 2006113210/22 Комяков А.Н., Шевелев И.Л., Евсеев А.Г.; заявл. 20.06.2006; опубликовано 27.04.2007.

5. Патент России на полезную модель № 86601. Гидротехническое сооружение [Текст]/ Комяков А.Н., Сорокин М.А., Карпачев С.П., Шевелев И.Л.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса» – № 2009120448; опубликовано 10.09.2009.

6. Комяков А.Н., Болдырев Е.Н., Жучков В.В., Чистяков Т.И. Применение флекситанков для повышения эффективности грузоперевозок: альтернативные варианты использования флекситанков для противопожарного водоснабжения и устранения последствий чрезвычайных ситуаций. Журнал «Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии». 2024. № 3. С. 151-157

УДК 614.841.3:004.942

Ю.В. Копец

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»
институт гражданской защиты

О РАЗРАБОТКЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПИРОЛИЗА ОТХОДОВ

Аннотация: Представлена структурно-функциональная модель автоматизированной системы мониторинга и прогнозирования пожаровзрывоопасных ситуаций на технологических линиях пиролиза твёрдых коммунальных отходов. Модель объединяет подсистемы сбора данных с газоанализаторов горючих газов, прогнозирования на основе рекуррентных нейронных сетей и поддержки принятия решений. Разработана математическая модель прогноза концентраций метана, оксида углерода и летучих органических соединений с временным горизонтом до 15 минут. Приведён пример реализации, подтверждающий возможность раннего обнаружения превышения нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Ключевые слова: мониторинг пожаровзрывоопасных ситуаций, прогнозирование, пиролиз отходов, структурно-функциональная модель, LSTM-нейронные сети, автоматизированная система, пожарная безопасность, взрывопреупреждение.

I.V. Kopets

ON THE DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL AND FUNCTIONAL MODEL OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING AND PREDICTING FIRE AND EXPLOSION HAZARDS ON WASTE PYROLYSIS PROCESS LINES

Abstracts: A structural and functional model of an automated system for monitoring and predicting fire and explosion hazardous situations at solid municipal waste pyrolysis process lines is presented. The model integrates subsystems for data collection from combustible gas analyzers, prediction based on LSTM recurrent neural networks, and decision support. A mathematical model for predicting concentrations of methane, carbon monoxide, and volatile organic compounds with a time horizon of up to 15 minutes is developed. An implementation example confirming the possibility of early detection of exceeding the lower flammable limit is given.

Keywords: monitoring of fire and explosion hazardous situations, prediction, waste pyrolysis, structural and functional model, LSTM neural networks, automated system, fire safety, explosion prevention.

Внедрение технологий термической переработки твёрдых коммунальных отходов (далее – ТКО), в частности пиролиза, является одним из приоритетных направлений в области обращения с отходами. Однако эксплуатация пиролизных установок сопряжена с высокими рисками возникновения пожаров и взрывов [1, 2]. Процесс пиролиза (450-700 °C) сопровождается выделением горючих газов: метана (CH₄), оксида углерода (CO), водорода, а также летучих органических соединений (далее – ЛОС). При разгерметизации оборудования или нарушении режима вентиляции возможно образование взрывоопасных смесей в рабочей зоне [3]. Анализ аварийности на объектах термической переработки отходов показывает, что наиболее тяжёлые инциденты связаны с воспламенением газоздушных облаков и последующим взрывом [4, 5].

Существующие системы газоконтроля, как правило, используют пороговую сигнализацию: тревога срабатывает только при достижении концентрацией опасного значения. Такой подход не позволяет прогнозировать динамику изменения концентраций и заблаговременно принимать меры по предотвращению пожара или взрыва [6]. Методы математического моделирования пиролиза, известные из литературы [7], ориентированы на расчёт выходов продуктов, но не на оперативное прогнозирование условий в рабочей зоне.

В связи с этим актуальной является разработка автоматизированных систем, способных на основе непрерывного мониторинга и методов предиктивной аналитики прогнозировать возникновение пожаровзрывоопасных ситуаций с упреждением, достаточным для включения систем аварийной вентиляции, эвакуации персонала и предотвращения воспламенения [8, 9].

Постановка задачи

На технологической линии пиролиза ТКО функционирует множество измерительных каналов $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$, контролирующих концентрации горючих газов (CH_4 , CO , H_2 , ЛОС) в рабочей зоне $C_g(t)$, технологические параметры реактора (температура $T_r(t)$, давление $P_r(t)$, расход газовой фазы $Q_g(t)$) и параметры систем вентиляции (скорость воздуха $u(t)$, разрежение $\Delta P_v(t)$).

Требуется разработать структурно-функциональную модель автоматизированной системы, обеспечивающей непрерывный сбор и предобработку данных, прогнозирование концентраций горючих газов на временной горизонт $\tau = 5 \dots 15$ минут с оценкой достоверности, сравнение прогнозных значений с порогами (нижний концентрационный предел распространения пламени – НКПР, предельно допустимая взрывобезопасная концентрация) и формирование предупредительных сигналов и поддержку решений по управлению системами противопожарной защиты.

Структурно-функциональная модель

Предлагаемая автоматизированная система мониторинга и прогнозирования (далее – АСМП) имеет иерархическую структуру.

Полевой уровень – стационарные газоанализаторы (CH_4 , CO , H_2 , ЛОС), термопары, датчики давления, анемометры.

Уровень сбора и предобработки – программируемые логические контроллеры (далее – ПЛК), осуществляющие опрос датчиков с частотой 1 Гц, фильтрацию шумов и пакетирование данных.

Уровень прогнозирования и поддержки решений – сервер с программным обеспечением, реализующим нейросетевую модель прогноза, формирование предупреждений и рекомендаций для оператора.

Функциональная модель включает следующие основные функции:

F1 – сбор и валидация данных;

F2 – прогнозирование значений опасных параметров;

F3 – оценка достоверности прогноза;

F4 – сравнение прогнозных значений с пороговыми уровнями (НКПР и др.);

F5 – формирование сигналов предупреждения и рекомендаций;

F6 – архивирование и визуализация.

Блок прогнозирования реализован на базе рекуррентной нейронной сети с архитектурой LSTM (Long Short-Term Memory), что позволяет учитывать длительные зависимости во временных рядах концентраций горючих газов.

Математическая модель прогнозирования

Прогнозная модель исходит из того, что значение контролируемых параметров в момент $t + \Delta t$ может быть предсказано на основе их предыстории и текущих влияющих факторов (1):

$$\hat{x}_{t+\Delta t} = F(x_{t-k}, x_{t-k+1}, \dots, x_t, u_t, w_t) \quad (1)$$

где x_t – вектор контролируемых параметров в момент t ; u_t – вектор управляющих воздействий (режим работы вентиляции, загрузка реактора); w_t – вектор внешних возмущений (температура окружающей среды, атмосферное давление); k – глубина ретроспективы; Δt – горизонт прогнозирования.

Для реализации F используется трёхуровневая LSTM-сеть с 64 нейронами на скрытых слоях. Входной слой принимает нормализованный вектор $X(t) = [x_t, x_{t-\tau}, \dots, x_{t-k\tau}]$ размерности $m \times (k + 1)$. Выходной слой формирует прогноз концентраций CH_4 , CO и ЛОС. Обучение проводится на исторических данных с использованием среднеквадратической ошибки и L2-регуляризации.

При превышении прогнозируемой концентрацией установленного порога (например, 20 % от НКПР – предупредительный уровень; 50 % от НКПР – аварийный) система формирует сигналы тревоги. Классификация по срочности:

жёлтый уровень (прогноз превышения через 5-15 мин): усиление вентиляции, подготовка к эвакуации;

оранжевый уровень (через 2-5 мин): эвакуация персонала, запрет на проведение огневых работ;

красный уровень (менее 2 мин): автоматическое включение аварийной вентиляции, отсечка подачи газовой фазы, подача инертного газа.

Апробация модели

Модель апробирована на участке пиролиза ТКО производительностью 5 т/сутки. Полевой уровень включал 12 газоанализаторов (CH_4 , CO , H_2 , ЛОС), 8 термопар, 4 датчика давления, 2 анемометра. Контроллеры Simatic S7-1200 обеспечивали опрос с частотой 1 Гц. LSTM-сеть обучалась на выборке из 5000 временных отсчётов ($\approx 1,5$ часа работы), валидация – на 1500 отсчётах [10, 11].

На рисунке приведён пример прогноза концентрации метана в точке нахождения оператора при штатном режиме вентиляции. Средняя абсолютная ошибка прогноза составила: на горизонте 5 мин – 2,1 % от НКПР, на 10 мин – 4,3 %, на 15 мин – 6,8 %. Система успешно идентифицировала 9 из 10 эпизодов нарастания концентрации CH_4 до уровня 40 % от НКПР с упреждением от 4 до 14 минут. Ложное срабатывание зафиксировано в одном случае при кратковременном дрейфе показаний газоанализатора.

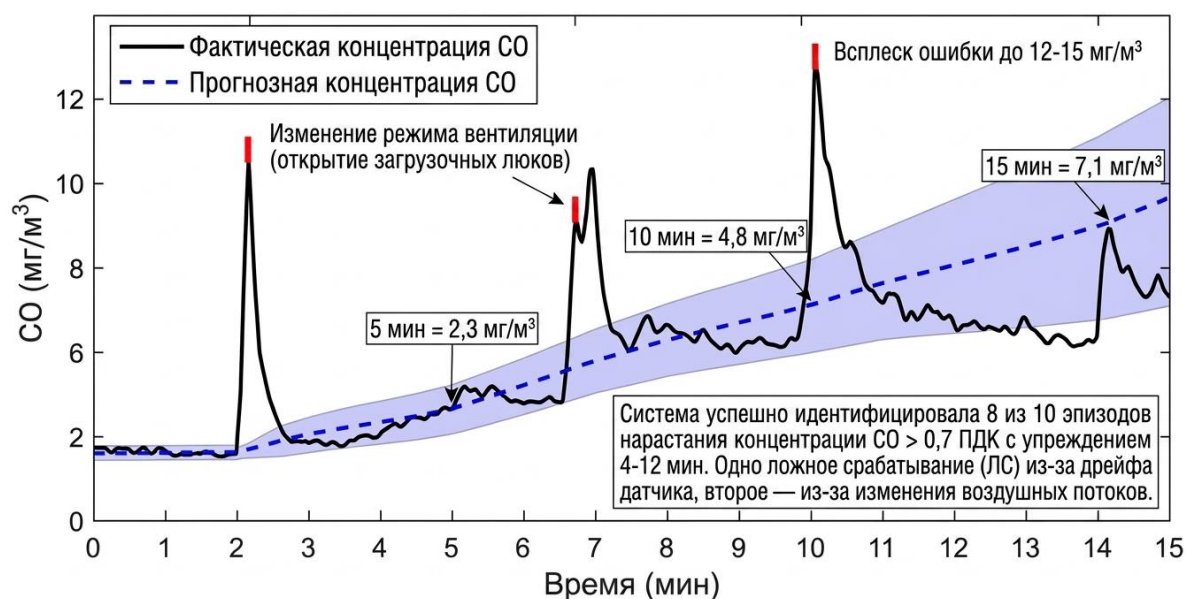


Рисунок. Прогноз концентрации CO в точке нахождения оператора при штатном режиме вентиляции

Результаты подтверждают возможность раннего обнаружения условий для образования взрывоопасной смеси, что позволяет своевременно активировать системы противопожарной защиты (аварийную вентиляцию, подачу флегматизатора) и предотвратить воспламенение.

Заключение

Разработана структурно-функциональная модель автоматизированной системы мониторинга и прогнозирования пожаровзрывоопасных ситуаций на технологических линиях пиролиза отходов. Модель основана на LSTM-нейронной сети и обеспечивает прогноз концентраций горючих газов с временным горизонтом до 15 минут. Апробация на действующей установке показала высокую точность и надёжность раннего обнаружения критических превышений относительно НКПР. Внедрение системы позволит повысить уровень пожарной и взрывобезопасности объектов переработки отходов за счёт своевременного принятия превентивных мер, а также интегрироваться в цифровые двойники технологических линий и автоматизированные системы управления противопожарной защитой [12, 13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства РФ. — 1998. — № 26. — Ст. 3009.
2. Бикчурина А.Р., Цивунина И.В. Особенности безопасной эксплуатации печей пиролиза // Вестник Технологического университета. — 2016. — Т. 19, № 10. — С. 44–46.

3. ГОСТ Р 58483-2019. Наилучшие доступные технологии. Обращение с отходами. Термическая переработка отходов. – М. : Стандартинформ, 2019. – 35 с.
4. Гарелина С.А., Шарапов С.В. Методика риск-ориентированного отбора серийных технических средств мониторинга и контроля на промышленных объектах // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2025. – № 3(75). – С. 67–76. – DOI: 10.61260/1998-8990-2025-3-67-76.
5. Копец Ю.В., Павленко А.Т. Управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях: современные подходы и инструменты // Безопасность труда в промышленности. – 2026. – № 1. – С. 78–83.
6. Медведев А. Всё под контролем – как технологии прогнозирования опасных событий повышают уровень безопасности объектов // Нефтегазовая вертикаль. – 2025. – № 12. – С. 34–39.
7. Габитов Р.Н., Колибаба О.Б., Долинин Д.А., Чижикова М.М. Повышение эффективности пиролизной переработки твердых коммунальных отходов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2023. – № 2. – С. 19–27.
8. Zang Y., Ge S., Lin Y., Yin L., Chen D. Prediction of MSW pyrolysis products based on a deep artificial neural network // Waste Management. – 2024. – Vol. 175. – P. 159–168.
9. Павленко А.Т., Копец Ю.В., Рыбаков А.В. Разработка показателя интегральной защищенности спасателей при проведении работ на опасных производственных объектах в условиях разрушений // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2026. – Т. 15, № 1(73). – С. 224–229.
10. Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Терехов А.Н. Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(61). – С. 25–36.
11. Versteeg H.K., Malalasekera W. An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method. – 2nd ed. – Pearson Education, 2007. – 503 p.
12. Копец Ю.В. Анализ создания комплексной системы управления профессиональными рисками на объектах переработки твердых коммунальных отходов с применением методов прогнозного моделирования и автоматизированного контроля // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия Технические науки. – 2025. – № 4(5). – С. 24–31.

УДК 614.841.3

*В.Р. Коржова, А.А. Лазарев, А.А. Липинская, Р.А. Солдатов, В.Ю. Емелин,
О.Н. Сони́на, Д.Е. Цветков*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ И РЕГИСТРАЦИИ ДЕКЛАРАЦИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются правовые и организационные основы совершенствования подходов к разработке и регистрации декларации пожарной безопасности в Российской Федерации. Определены ключевые тенденции цифровой трансформации соответственной государственной услуги. Представлен пошаговый алгоритм действий правообладателя объекта защиты, визуализированный в виде блок-схемы.

Ключевые слова: декларация пожарной безопасности, административный регламент, регистрация декларации, пожарный риск, ЕПГУ, электронная подпись.

*V.R. Korzhova, A.A. Lazarev, A.A. Lipinskaya, R.A. Soldatov, V.Yu. Emelin,
O.N. Sonina, D.E. Tsvetkov*

ALGORITHM FOR DEVELOPING AND REGISTRATION OF A FIRE SAFETY DECLARATION

Abstracts: This article examines the legal and organizational framework for improving approaches to developing and registering fire safety declarations in the Russian Federation. Key trends in the digital transformation of this public service are identified. A step-by-step algorithm for the rights holder of a protected property is presented, visualized as a flowchart.

Keywords: fire safety declaration, administrative regulations, declaration registration, fire risk, Unified Public Services Portal, electronic signature.

Обеспечение пожарной безопасности объектов защиты является одним из приоритетных направлений государственной политики в области технической безопасности [1]. Ключевым инструментом подтверждения соответствия объекта обязательным требованиям, а также оценки возможного ущерба третьим лицам служит декларация пожарной безопасности (далее – ДПБ). В соответствии со статьей 64 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2], ДПБ – это документ, в котором отражаются сведения о реализуемых или планируе-

мых мерах пожарной безопасности на объекте, приводится оценка пожарного риска, а также перечень соблюденных требований нормативных документов.

До 2020 года порядок разработки и регистрации ДПБ регулировался Приказом МЧС России № 91 от 24.02.2009, который был заменён Приказом № 171 от 16.03.2020 [3]. В настоящее время в данную сферу внесены существенные изменения, обусловленные принятием Федерального закона от 31.07.2025 № 304-ФЗ, ужесточающего требования к электронному взаимодействию, и разработкой нового Административного регламента МЧС России.

Целью исследования выступает проведение сравнительного анализа действующей нормативной базы и проектируемых изменений, а также представление научно обоснованного алгоритма разработки и регистрации ДПБ, учитывающий актуальные и перспективные требования.

Статья 64 Технического регламента [2] устанавливает следующие обязательные положения, которые обязательно следует учитывать при создании алгоритма разработки и регистрации декларации пожарной безопасности (далее - алгоритм ДПБ):

- ДПБ разрабатывается для объектов капитального строительства, для которых законодательством о градостроительной деятельности предусмотрена экспертиза проектной документации, а также для объектов, указанных в перечне, утвержденном Правительством РФ (здания дошкольных образовательных организаций, медицинских стационаров, спальных корпусов интернатов, специализированных домов престарелых и инвалидов);

- содержание ДПБ включает: характеристику объекта защиты, оценку пожарного риска (если проводилась), оценку возможного ущерба третьим лицам, перечень выполненных требований пожарной безопасности (нормативных документов по пожарной безопасности, строительных норм и правил);

- ответственность за полноту и достоверность сведений возлагается на заявителя – собственника или иного законного владельца объекта;

- ДПБ является бессрочной, но подлежит актуализации в случае изменения характеристик объекта или требований пожарной безопасности.

Важнейшая новелла, введенная Федеральным законом № 304-ФЗ от 31.07.2025, заключается в том, что с 1 марта 2026 года ДПБ может быть подана на регистрацию исключительно в электронной форме посредством федеральной государственной информационной системы «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» (ЕПГУ). Документ должен быть подписан усиленной квалифицированной электронной подписью (УКЭП) либо, для физических лиц, действующих по доверенности, – усиленной неквалифицированной электронной подписью (УНЭП) при соблюдении установленных требований. Данное требование имеет ключевое значение для создания алгоритма ДПБ.

Действующий в 2026 году Приказ МЧС России № 171 [3] утверждает форму декларации пожарной безопасности (приложение № 2) и административный регламент предоставления государственной услуги по регистрации деклараций. К числу ключевых параметров регламента относится состав заявителей: к ним относятся собственники объектов, а также лица, владеющие имуществом на праве хозяйственного ведения, оперативного управления или аренды, способы подачи: лично, почтой (заказное письмо с уведомлением) или через ЕПГУ, срок регистрации: 5 рабочих дней со дня регистрации заявления, основание для отказа в регистрации: только нарушение формы документа (несоответствие утверждённой форме), помимо этого стоит отметить, что государственная пошлина не взимается.

В конце октября 2025 года на федеральном портале проектов нормативных правовых актов размещен проект приказа МЧС России, вводящий новый Административный регламент государственной услуги «Регистрация деклараций пожарной безопасности» [4]. В случае утверждения этого проекта действующий Приказ № 171 [3] утратит силу. Данное обстоятельство необходимо учитывать при разработке алгоритма ДПБ.

Сравнительная характеристика действующего и проектируемого регулирования представлена в таблице.

**Таблица. Сравнение действующего Приказа № 171
и проекта нового регламента**

Параметр	Приказ № 171 (2020)	Проект нового регламента (2025)
Каналы подачи заявления	Лично, почтой, ЕПГУ	Только ЕПГУ (электронный документ)
Срок регистрации	5 рабочих дней	3 рабочих дня
Основания для отказа	Нарушение формы документа	Нарушение формы; недействительные документы; неполный объём документов
Идентификация заявителя	Общая проверка полномочий	Профилирование (категории заявителей по признакам)
Форма декларации	Утверждена приложением № 2	Обновлена, включает сведения для категорирования риска
Структура регламента	5 частей	3 части (унификация по постановлению № 373 [5])

Проект регламента закрепляет полную цифровизацию услуги, сокращает административные сроки и вводит элементы риск-ориентированного подхода, что коррелирует с Федеральным законом № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [6].

На основе анализа действующего законодательства и проектируемых изменений разработан универсальный алгоритм, включающий семь последовательных этапов [7]. Алгоритм визуализирован на рисунке в виде блок-схемы.

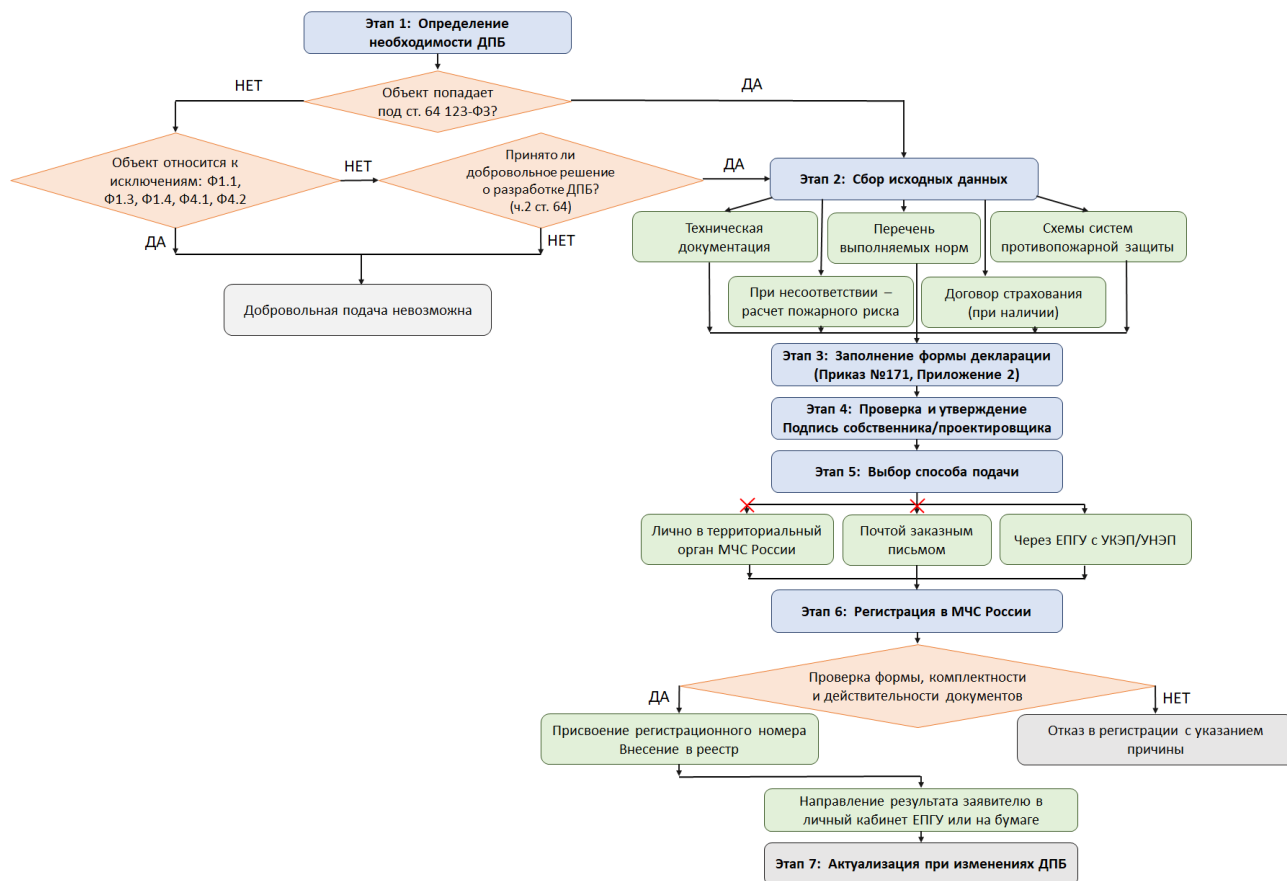


Рисунок. Блок-схема алгоритма разработки и регистрации декларации пожарной безопасности

Для полного представления и понимания алгоритма, представляются пояснения к этапам алгоритма:

Этап 1 (Определение необходимости) – ключевой шаг, основанный на частях 1 и 2 статьи 64 [2]:

– обязательная разработка предусмотрена для объектов капитального строительства, в отношении которых законодательством о градостроительной деятельности предусмотрена экспертиза проектной документации, а также для объектов, указанных в перечне, утверждённом Правительством РФ (здания дошкольных образовательных организаций, медицинских стационаров, спальных корпусов интернатов, специализированных домов престарелых и инвалидов).

– добровольная разработка допускается для всех остальных объектов защиты, за исключением зданий классов функциональной пожарной опасно-

сти Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4, Ф4.1, Ф4.2. Собственник или иной законный владелец (аренда, хозяйствование, оперативное управление и т.д.) вправе по своему желанию составить декларацию пожарной безопасности для оценки соответствия требованиям пожарной безопасности. В этом случае в ДПБ включаются, в том числе, сведения о системе противопожарной защиты объекта.

– если объект не относится к обязательным категориям, правообладатель принимает самостоятельное решение о целесообразности добровольной подачи ДПБ. При положительном решении дальнейшие действия выполняются по алгоритму в полном объёме. При отрицательном – процедура завершается.

Этап 2 (Сбор данных) – включает получение технической документации (кадастровый номер, площадь, этажность, класс пожарной опасности) и, при необходимости, заказ расчёта пожарного риска в аккредитованной организации.

Этап 3 (Заполнение формы) – используется форма из Приложения № 2 к Приказу № 171 [3]. В проекте нового регламента форма будет обновлена.

Этап 4 (Утверждение) – ДПБ подписывается собственником (для действующего объекта) или руководителем проектной организации (для строящегося).

Этап 5 (Подача) – до введения нового административного регламента допускаются три способа; после этой даты – только через ЕПГУ с электронной подписью.

Этап 6 (Регистрация) – срок по действующему регламенту – 5 рабочих дней, по проекту – 3 рабочих дня. Отказ возможен только при нарушении формы, недействительности документов или их неполноте.

Этап 7 (Актуализация) – ДПБ бессрочна, но подлежит переоформлению в течение года после любых изменений характеристик объекта или нормативных требований.

В результате проведенного анализа установлено, что переход к исключительно электронному формату подачи ДПБ через ЕПГУ, закрепленный в проекте нового регламента и в изменениях к статье 64 [2], требует от заявителей выполнения следующих условий:

1. Наличие усиленной квалифицированной электронной подписи (УК-ЭП) у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Для физических лиц, действующих по доверенности, допускается УНЭП.

2. Регистрация и подтверждение учётной записи на ЕПГУ (уровень учётной записи – не ниже подтверждённой).

3. Подготовка сканированных копий документов (при необходимости приложения к декларации).

Сокращение срока регистрации с 5 до 3 рабочих дней (проект) достигается за счет автоматизации предварительной проверки на портале и внедрения электронного документооборота внутри МЧС России. При этом основанием

для отказа становится не только нарушение формы, но и представление недействительных документов либо неполного их объёма. Это повышает ответственность заявителя за качество подготовки.

Усиление роли риск-ориентированного подхода, отраженное в обновленной форме ДПБ, позволит органу государственного пожарного надзора автоматически определять категорию риска объекта защиты, что, в свою очередь, влияет на периодичность плановых проверок (ст. 24 Федерального закона [5]).

Таким образом, к основным выводам исследования следует отнести:

1) нормативно-правовое регулирование разработки и регистрации декларации пожарной безопасности в 2025–2026 годах претерпевает кардинальные изменения, направленные на полную цифровизацию государственной услуги и усиление роли риск-ориентированного подхода;

2) сравнительный анализ действующего и проекта нового Административного регламента показал, что ключевыми новеллами являются: исключительно электронная подача через ЕПГУ, сокращение срока регистрации до 3 рабочих дней, уточнение оснований для отказа, профилирование заявителей и обновление формы декларации;

3) предложенный в статье алгоритм (рисунок 1) может быть использован правообладателями объектов защиты, проектными организациями и экспертами по пожарной безопасности в качестве методической основы для подготовки и регистрации ДПБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меликян, М. Л. Модель совершенствования специальных технических условий по пожарной безопасности / М. Л. Меликян, И. В. Пеньков, А. А. Лазарев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(51). – С. 65-73.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 31.07.2025).

3. Приказ МЧС России от 16.03.2020 № 171 «Об утверждении формы декларации пожарной безопасности и Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по предоставлению государственной услуги по регистрации декларации пожарной безопасности и формы декларации пожарной безопасности» (действующая редакция).

4. Проект приказа МЧС России «Об утверждении Административного регламента по предоставлению государственной услуги «Регистрация деклараций пожарной безопасности».

5. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2002 г. N 373 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности».

6. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».

7. Лазарев, А. А. Разработка алгоритма совершенствования технологии по учету результатов надзорной деятельности в области пожарной безопасности / А. А.

Лазарев, Е. А. Аверина // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, Иваново, 22 октября 2025 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2025. – С. 225-229.

УДК 628.143

О.В. Кочнов

ООО «Рокстон-системы»

ГРАНИЦЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ПОМЕХ ПРИ ОЦЕНКЕ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ, ВЫПОЛНЯЕМОЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ

Аннотация: Для обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и находящихся в них людей применяются системы пожарной автоматики, частью которых являются системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ). Одной из основных задач, решаемых в процессе проектирования, является обеспечение разборчивости передаваемой речевой информации. В статье проанализированы требования нового свода правил СП 3.13130-2026 – «Системы противопожарной защиты. СОУЭ. Нормы пожарной безопасности», в части их соответствия методу измерения уровня помех, изложенного в стандарте ГОСТ Р ИСО 9921-2013 – Оценка речевой связи.

Ключевые слова: Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Оценка речевой разборчивости. Уровень помех звукового сигнала.

O.V. Kochnov

THE LIMITS OF THE APPLICATION OF THE METHOD OF MEASURING THE LEVEL OF INTERFERENCE IN THE ASSESSMENT OF SPEECH INTELLIGIBILITY PERFORMED IN THE DESIGN OF WARNING SYSTEMS

Abstracts: To ensure the fire safety of buildings, structures and people in them, fire automation systems are used, part of which are fire warning and evacuation management systems. One of the main tasks solved in the design process is to ensure the intelligibility of the transmitted speech information. The article analyzes the requirements of the new set of rules SP 3.13130-2026 - "Fire protection systems. SOUE. Fire safety standards", in terms

of their compliance with the method of measuring the level of interference set out in the standard GOST R ISO 9921-2013 – Evaluation of voice communication.

Keywords: Warning and evacuation management systems in case of fire. Assessment of speech intelligibility. The noise level of the audio signal.

Необходимость оценки речевой разборчивости, выполняемой при проектировании СОУЭ продиктована базовым требованием 84 статьи технического регламента по пожарной безопасности ФЗ № 123 ФЗ [1]. Способы реализации данного требования изложены в новом своде правил 3.13130-2026 [2], согласно которого: «6.2.1. Оповещение о пожаре следует осуществлять одним или комбинацией следующих способов: звуковой; речевой; световой; тактильный... 6.8.2. Слышимость звуковых сигналов оповещения о пожаре в помещениях обеспечивается, если УЗД с частотной коррекцией по А сигнала о пожаре при всех закрытых дверях превышает эквивалентный УЗД (L_{eq}) постоянного шума не менее чем ... на 15 дБ ... на высоте 1,5 метра от уровня пола помещения в любой его точке... 6.11.3. Разборчивость речи принимается удовлетворительной, если одновременно выполняются следующие требования: эквивалентный УЗД постоянного шума не превышает 65 дБА; УЗД $L_{Aeq,T}$ на высоте 1,5 метра от уровня пола (покрытия) по всей площади помещения (эксплуатируемой кровли) при речевых сообщениях превышает эквивалентный УЗД постоянного шума не менее чем на 10 дБ...».

Основные факторы, учитываемые при оценке разборчивости речи, изложенные в своде правил СП 3.13130 (Приложении В) и особенности их учета, изложенные в ИСО 992[3] (табл. 1).

Таблица 1. Основные факторы, учитываемые при оценке разборчивости речи

СП 3.13130-20226 / ИСО 99321-2013	ПРИЛОЖЕНИЯ ГОСТ Р ИСО 99321-2013
Спектр речевого сигнала	А1. Влияние голосового усилия на качество речи.
Спектр шума в окружающей среде	А2. Влияние окружающего шума на голосовое усилие
Пространственное распределение звуковых полей	А5. Влияние расстояния между говорящим и слушающим
Реверберация	С: Индекс передачи речи
Расположение слушателей	Не рассматривается

Из табл. 1 видно, что основные факторы, учитываемые при оценке разборчивости (левый столбец), взяты из стандарта ИСО 9921. При этом, сам стандарт не в полной мере раскрывает специфику каждого из этих факторов, особенно в части их применения к звуковому оповещению в общественных зданиях. Так, например, учет требований к спектру речевого сигнала необхо-

димо рассматривать в контексте решения следующих задач: 1) обеспечение качества записанной информации или речевого сообщения, передаваемого через микрофон; 2) учет спектра мужского и женского голоса; 3) обеспечение слышимости передаваемых сообщений. Для решения первой задачи необходимо учесть качество звукового тракта [4]. Для решения второй задачи необходимо учесть характеристики говорящего - пол, возраст, качество речи, язык (родной / не родной), голосовое усилие (ИСО 9921). Для обеспечения слышимости необходимо выполнить два условия. Первое, его можно назвать необходимым - обеспечить соотношение сигнал / шум в расчетной точке (РТ) - в точке прослушивания, нахождения человека и т.д. При этом, для вычисления соотношения сигнал / шум необходим учет спектра окружающего шума, который можно взять из шум таблицы СП 51.3.13330-2011 [5]. Второе – достаточное условие – обеспечить разборчивость передаваемой речевой информации в РТ.

Стандарт ИСО 9921 рассматривает два объективных метода расчета разборчивости - метод измерений индекса передачи речи, использующий 7 октавных частот (0,125/0,25/0,5/1/2/4/8 кГц) и метод сравнения уровня помех, использующий 4 октавных частоты (0,5/1/2/4 кГц). Вторым методом является наиболее простым, его суть заключается в следующем. Если известно частотное распределение (спектр) окружающего шума $L_{УПР}$ и эквивалентное значение уровня звукового давления речевого сигнала L_{SAL} , то через их разность можно определить уровень помех для речи. Уровни измеряют в РТ.

Разборчивость речи принято определять по 5-ти бальной шкале – от плохо, до отлично. В ИСО 9921 приведена следующая таблица:

Таблица 2. Соотношение между различными индексами разборчивости речи

Оценка разборчивости речи	Баллы смысловых слов, %	Баллы не смысловых слов, %	Индекс передачи речи	Уровень помех для речи
Отлично	>98	>81	>0,75	21
Хорошо	93-98	70-81	0,60-0,75	15-21
Удовлетворительно	80-93	53-70	0,45-0,60	10-15
Недостаточно	60-80	31-53	0,30-0,45	3-10
Плохо	<60	<31	<0,30	<3

Согласно стандарта ИСО 9921 в общественных местах рекомендуется обеспечить минимальный уровень разборчивости речи с оценкой не менее чем «удовлетворительно». При этом, уровень помех определяется следующим образом:

$$S_{SAL} - \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 L_{УПРi} \geq (10 \div 15) \text{ дБ}, \quad (1)$$

где S_{SAL} – эквивалентный (скорректированный по шкале А) уровень звукового давления речевого сигнала в РТ, дБА; $L_{упрi}$ – октавный уровень шумовых помех для речи, дБ.

Эквивалентный уровень звукового давления, развиваемый речевым оповещателем (РО) на расстоянии 1 метр, для 5-ти уровней рассчитывается по следующей формуле [6]:

$$L_{дба5} = 10 \lg \sum_{i=1}^5 10^{0.1(L_{дби} - \Delta P_{Ai} - \Delta P_{pi} - \Delta P_{чxi})}, \quad (2)$$

где $P_{дби}$ – уровень звукового давления в i -ой октавной полосе, дБ; ΔP_{Ai} – коэффициент, учитывающий коррекцию по шкале «А», дБ; ΔP_{pi} – коэффициент, учитывающий частотную речевую коррекцию, дБ; $\Delta P_{чxi}$ – коэффициент, учитывающий коррекцию АЧХ, дБ.

Практический смысл имеет решение следующей задачи - построить соотношение средних и эквивалентных значений сигнала и шума. Для построения данных соотношений нам понадобятся следующие коррекции (табл. 3):

Таблица 3. Корректирующие уровни

Корректирующие уровни	0,25	0,5	1	2	4
По шкале А	8,6	3,2	0,0	-1,2	-1,0
Мужской голос	0,0	3,0	9,0	15,0	21,0
Женский голос	0,0	7,2	14,4	21,1	22,0
АЧХ 5 для 5-ти частот (равномерная)	3,0	1,0	0,0	1,0	3,0
АЧХ 5 по ГОСТ Р 53033 (-14дБ)	16,0	6,0	0,0	4,0	11,2
АЧХ 4 ИСО 9921(-14дБ)		10,2	0,0	5,0	11,2
АЧХ 3 по ГОСТ Р 34999 ((-16дБ)		16,0	0,0	6,4	

В первых трех строчках таблицы приведены корректировки по шкале А, мужского и женского голоса [7]. В последующих строках приведены амплитудно-частотные характеристики, требуемые различными стандартами [8, 9]. Результаты сравнения для ситуации, в которой уровень звукового давления речевого оповещателя (РО) $L_{дб1кГц}=95$ дБ, а эквивалентный уровень постоянного шума, $L_{уш3}=60$ дБА приведены на рисунке:

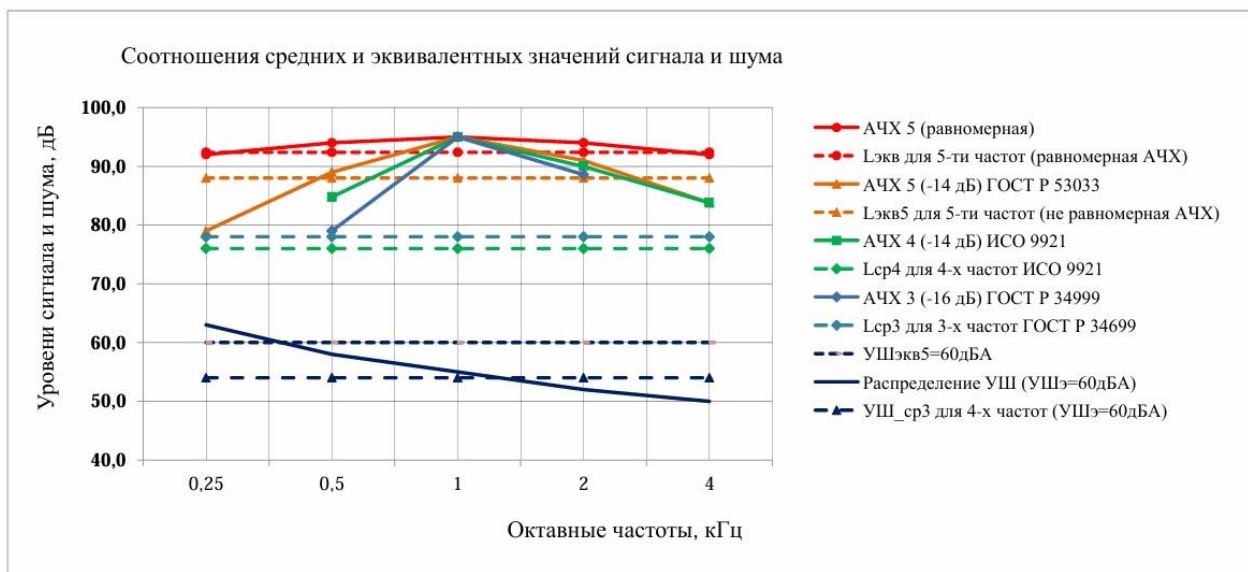


Рисунок. Соотношение средних и эквивалентных значений сигнала и шума

Анализ полученных результатов

1) Основной задачей электроакустического расчета является расстановка РО таким образом, чтобы в РТ обеспечивалось требование к соотношению эквивалентного уровня речевого сообщения (1) к эквивалентному уровню постоянного шума не менее 15дБ (основное требование, пункт 6.8.2). Стандарт ИСО 9921 предлагает сравнивать эквивалентный уровень речевого сообщения со средним (усредненным для 4-х частот) уровнем шума. Из результатов сравнения (рисунок) видно, что средний уровень шума ниже его эквивалентного значения на 5дБ. Средние значения уровней звукового давления речевого сигнала ниже его эквивалентного значения на 10 и более децибел. Поэтому более корректно сравнивать не средние, а эквивалентные значения. Кроме того, на величину среднего значения достаточно ощутимо влияет неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

2) Следует обратить внимание, что согласно требованиям п.6.11.3 свода правил, соотношение сигнал / шум снижено с 15дБ до 10дБ. При комбинировании метода, изложенного в ИСО 9921, и требования п.6.8.2, мы получаем недооценку ожидаемого уровня, равную 10дБ, что приводит к недостаточности уровней, требуемых для обеспечения разборчивости.

3) Недостаточная разборчивость в какой-то мере может быть компенсирована требованием п.6.11.3, предлагающем плотную расстановку РО (с шагом 6 метров). Предлагаемая повышенная плотность расстановки может быть оправдана снижением требования к минимально допустимому уровню звукового давления РО - с 75дБА на 3 метрах (84дБА на 1 м) до 65дБА на 1 метре. При этом, формальное применение данного требования, во-первых, приведет к многократной избыточности РО на защищаемом объекте [10], во-вторых, мо-

жет все равно оказаться недостаточным для обеспечения речевой разборчивости. Поэтому, во всех случаях, в обязательном порядке необходимы расчеты, обосновывающие предлагаемые решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2007 г. №123-ФЗ.
2. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
3. ГОСТ Р ИСО 9921-2013. Эргономика. Оценка речевой связи: национальный стандарт Российской Федерации : введен впервые : дата введения 2014-12-01. — Москва: Стандартинформ, 2014. — IV, 22 с.
4. Кочнов, О. В. Оценка влияния функционирования речевых систем оповещения на эффективность управления эвакуацией людей : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кочнов Олег Владимирович, 2024. — 220 с.
5. СП 51.13330.2011. Защита от шума. М.: Минрегион России, 2011.
6. Кочнов О.В. Оценка влияния функционирования речевых систем оповещения на эффективность управления эвакуацией людей: дис. ... канд. техн. наук: 2.10.1 / Кочнов Олег Владимирович. - Иваново, 2024. - 220 с.
7. ГОСТ Р ИСО 3382-1-2013. Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 1. Зрительные залы ISO 3382-1:2009 Acoustics — Measurement of room acoustic parameters – Part 1: Performance spaces (IDT) Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2014.
8. ГОСТ 34699-2020. Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Российский институт стандартизации, 2021.
9. ГОСТ Р 53033-2008. Громкоговорители рупорные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2009.
10. Кочнов, О. В. Специфика и особенности обеспечения речевой разборчивости при проектировании СОУЭ согласно новой редакции СП 3.13130 / О. В. Кочнов // Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности, посвященной 95-летию Уральского института ГПС МЧС России : Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 07 ноября 2024 года. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2024. – С. 48-52.

УДК 658.382.3:614.8

А.В. Красногрудов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Луганский государственный университет
им. Владимира Даля

О ПОДХОДЕ К КЛАССИФИКАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА НА ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аннотация: Представлено описание математической модели классификации профессионального риска, основанной на статистическом анализе аварийности и травматизма. Модель позволяет формализованно классифицировать и относить рабочие зоны к категориям риска с учётом весов и сочетаний опасных факторов. Реализован алгоритм расчёта интегрального индекса риска, апробированный на примере зоны обслуживания литий-ионных накопителей энергии.

Ключевые слова: математическая модель, классификация профессионального риска, пожаро-взрывоопасный объект, статистический анализ, интегральный индекс риска, факторный анализ, теория множеств, риск-ориентированный подход.

A.V. Krasnogradov

ON THE DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR OCCUPATIONAL RISK CLASSIFICATION AT FIRE AND EXPLOSIVE FACILITIES BASED ON STATISTICAL ANALYSIS

Abstracts: A mathematical model for occupational risk classification based on statistical analysis of accident and injury rates is presented. The model allows formal assignment of work zones to risk categories considering weights and combinations of hazardous factors. An algorithm for calculating the integral risk index is implemented and tested on the example of a lithium-ion energy storage maintenance area.

Keywords: mathematical model, occupational risk classification, fire-explosive facility, statistical analysis, integral risk index, factor analysis, set theory, risk-based approach.

Управление профессиональными рисками на современных пожаро- и взрывоопасных объектах требует перехода от качественных описаний к формализованным, количественно обоснованным методам. Существующие подходы к классификации опасностей часто носят описательный характер и не учитывают статистические закономерности возникновения и сочетанного воздействия факторов, что снижает точность оценки и эффективность планирования защитных мер. В основе исследования лежат методы математической статистики и теории множеств. Применены корреляционный и факторный анализ данных государственной отчетности. Для классификации использован аппарат теории графов (построение матриц смежности факторов) и методов кластеризации. Модель реализует алгоритм расчета интегрального индекса риска на основе взвешенной суммы факторов. На основе статистики выявлены устойчивые кластеры сочетанных опасных факторов. Модель апробирована на примере зоны обслуживания литий-ионных накопителей энергии, для которой рассчитан индекс и определена категория риска. Разработанная модель обеспечивает объективный, воспроизводимый и количественно измеримый подход к классификации профессионального риска. Она позволяет ранжировать рабочие зоны по степени опасности, выявлять приоритетные мишени для вмешательства и обосновывать ресурсное обеспечение мер безопасности. Модель служит основой для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений в области охраны труда. Математический аппарат модели может быть интегрирован в методики специальной оценки условий труда, использован для актуализации карт рисков и при проектировании риск-ориентированных систем управления охраной труда на пожаро-взрывоопасных производствах.

Повышение уровня промышленной безопасности на объектах с горюче-взрывоопасными средами напрямую связано с совершенствованием методологии оценки и управления профессиональными рисками. Ключевым этапом данного процесса является классификация рисков, которая определяет последующие решения по их снижению. Традиционные методы классификации, закрепленные в нормативных документах, часто основаны на качественных, экспертных оценках и не в полной мере учитывают динамично меняющуюся картину опасностей, порождаемую внедрением новых технологий (литий-ионные аккумуляторы, водоугольные топлива, автоматизированные комплексы высокого давления) [1, 2].

Статистический анализ данных об авариях и травматизме свидетельствует о системном характере проблем: рост доли инцидентов, связанных с новыми процессами, и преобладание случаев с комбинированным поражающим воздействием [3, 4]. Однако без формализованной модели, позволяющей количественно учесть частоту, тяжесть и совместную вероятность возникновения различных факторов, классификация рисков теряет объективность и

точность [5]. Это приводит к неэффективному распределению ресурсов на безопасность.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от экспертно-описательных к формально-математическим методам классификации профессиональных рисков, наличием массивов статистических данных, требующих системного анализа для выявления объективных закономерностей и взаимосвязей между опасными факторами [5-8]. Также необходим универсальный инструмент, позволяющий на количественной основе сравнивать риск различных технологических зон [9].

Постановка задачи

На основе ретроспективных статистических данных по аварийности и травматизму на пожаро-взрывоопасных объектах необходимо:

1. Провести многомерный статистический анализ для определения частотных, корреляционных и факторных характеристик множества опасных производственных факторов (далее – ОПФ) [8, 10].

2. На основе результатов анализа формализовать процедуру присвоения каждому ОПФ весового коэффициента, отражающего его статистическую значимость и потенциал сочетанного воздействия.

3. Разработать математическую модель, реализующую алгоритм классификации произвольной рабочей зоны по уровню профессионального риска. Модель должна на входе принимать структурированное описание присущих зоне ОПФ, а на выходе выдавать интегральный количественный индекс и соответствующую категорию риска [11, 12].

Математическая постановка задачи

Пусть $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – конечное множество идентифицированных опасных факторов (тепловой поток, избыточное давление, концентрация токсина и т.д.). Пусть $I = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ – множество проанализированных инцидентов (аварий, пожаров, несчастных случаев) за выбранный период. На первом этапе проведение статистического анализа должно позволить построить функцию инцидентности (1):

$$\varphi: F \times I \rightarrow \{0, 1\} \quad (1)$$

где $\varphi(f_j, i_m) = 1$, если фактор f_j был зафиксирован в инциденте i_m .

Функция (1) является оператором перевода реальных событий в структурированные данные. На её основе строятся вектор частот $P = (p_1, \dots, p_n)$, где $p_j = (\sum_m \varphi(f_j, i_m)) / k$, и матрица сочетанности $C = [c_{jl}]_{n \times n}$, элемент матрицы сочетанности c_{jl} равен целому неотрицательному числу – количеству инцидентов, в которых одновременно проявились факторы f_j и f_l . Формальное определение значения элемента этой матрицы осуществляется по формуле (2):

$$c_{jl} = \sum_{m=1}^k (\varphi(f_j, i_m) \cdot \varphi(f_l, i_m)) \quad (2)$$

где k – общее число проанализированных инцидентов $(i_1, i_2, \dots, i_k)$; $\varphi(f_j, i_m)$ – значение функции инцидентности (1 или 0) для фактора f_j в инциденте i_m ; $\varphi(f_l, i_m)$ – значение функции инцидентности (1 или 0) для фактора f_l в инциденте i_m .

Ранговый вес фактора определяется по формуле (3):

$$\omega_j = \alpha \cdot p_j + \beta \cdot \left(\sum_{l \neq j} c_{jl} / \max(C) \right) \quad (3)$$

где α, β – нормирующие коэффициенты, $\alpha + \beta = 1$. $\max(C)$ – это максимальное значение среди всех элементов матрицы сочетанности C .

На втором этапе вводится классификация факторов по критериям: генезис, природа, время действия. Задаётся отображение $\psi: F \rightarrow K_1 \times K_2 \times K_3$

На третьем этапе для рабочей зоны Z формируется подмножество факторов $F_Z \subseteq F$, для каждого $f_j \in F_Z$ экспертным методом оценивается локальная опасность $s_j \in [S_{min}, S_{max}]$. Интегральный индекс риска $G(Z)$ вычисляется по формуле (4):

$$G(Z) = \sum_{f_j \in F_Z} (\omega_j \cdot (s_j / S_{max}) \cdot \gamma(\psi(f_j))) \quad (4)$$

где $\gamma(\psi(f_j))$ – поправочный коэффициент, усиливающий вес факторов, относённых к наиболее опасным комбинациям классов.

Категория риска $Cat(Z)$ определяется интервалами значений $G(Z)$: низкий (0-0,5), допустимый (0,5-1,5), повышенный (1,5-2,5), высокий (2,5-4,0), неприемлемый ($\geq 4,0$) – пороги калибруются по отраслевой статистике.

Пример реализации

Рассмотрена зона технического обслуживания литий-ионного накопителя энергии мощностью 1 МВт·ч [13, 14]. Идентифицированы факторы: f_1 (пожар, тепловой разгон) $s_1 = 4$; f_2 (выброс токсичных газов) $s_2 = 5$; f_3 (взрыв корпуса) $s_3 = 2$; f_4 (эскалация) $s_4 = 3$; f_5 (воздействие огнетушащего вещества) $s_5 = 4$. На основе статистики определены веса $\omega_1 = 0,20$, $\omega_2 = 0,25$, $\omega_3 = 0,15$, $\omega_4 = 0,10$, $\omega_5 = 0,05$. Поправочные коэффициенты γ установлены по кодам ψ . Расчёт по формуле (5) дал $G = 0,624$. После мас-

штабирования (умножение на 5) получено $G = 3,12$, что соответствует категории «высокий риск», адекватно отражающей опасность зоны.

Заключение

Разработанная математическая модель классификации профессионального риска, основанная на объективных статистических данных, обеспечивает формализованность, воспроизводимость и учёт комплексного воздействия факторов. Модель может быть интегрирована в системы управления охраной труда, использована для актуализации карт рисков и как основа отраслевого стандарта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова А.А., Шишкунов В.Г. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере : учеб. пособие. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с.
2. Федосов А.В., Закирова З.А., Абдрахимова И.Р. Перспективы применения риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2018. – № 1. – С. 145–161.
3. Ростехнадзор. Обзор аварийности и травматизма на объектах топливно-энергетического комплекса за 2021 год. – URL: <https://www.gosnadzor.ru/news/64/4143/> (дата обращения: 10.04.2026).
4. Ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». – М. : МЧС России, 2025. – 277 с.
5. Девисилов В.А. Охрана труда : учебник. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. – 512 с.
6. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М. : Стандартинформ, 2016. – 12 с.
7. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.
8. Бакико Е.В., Цорина О.А., Сердюк В.С. и др. Математическое моделирование профессионального риска с учетом влияния человеческого фактора // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2021. – № 3. – С. 29–38.
9. Харламенков А.С. Системы защиты ячеек и батарейных блоков с литий-ионными аккумуляторами. Часть 1 // Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31, № 4. – С. 76–79.
10. Симущкин С.В. Многомерный статистический анализ. Часть II : учеб. пособие. – Казань : Казанский государственный университет, 2009. – 114 с.
11. Стукач О.В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством : учеб. пособие. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 163 с.

12. Приказ Ростехнадзора от 28.11.2022 № 412 «Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей"». – URL: <https://www.gosnadzor.ru/documents/orders/412.pdf> (дата обращения: 15.01.2026).

13. Шайхутдинов К.А. Литий-ионные аккумуляторы и их перспективы в промышленности // Тинчуринские чтения – 2025 «Энергетика и цифровая трансформация» : сб. ст. Междунар. молодежной науч. конф. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 222–224.

14. NFPA 855: Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems. – 2023 ed. – Quincy, MA : National Fire Protection Association, 2023. – 120 p.

УДК 628.143

Е.А. Крашенинникова, И.В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ЧАСТНЫХ ДОМОВ ОТ ПОЖАРНОГО ГИДРАНТА

Аннотация: В статье рассмотрены проблемные вопросы по использованию пожарных гидрантов при пожаротушении частных домов.

Ключевые слова: пожар, пожарный гидрант, гидроудар, водопроводная сеть, поселок.

E.A. Krashennnikova, I.V. Bagazhkov

THE POBLEM OF USING WATERSUPPLY FOR EXTINGUISHING FIRES IN PRIVATE HOUSES FROM A FIRE HYDRANT

Abstracts: The article discusses problematic issues regarding the use of fire hydrants in firefighting private homes.

Keywords: fire, fire hydrant, water hammer, water supply network, settlement.

Пожарный гидрант (ПГ) традиционно считается основным источником воды для тушения возгораний в городах. Однако в секторе малоэтажной и частной застройки его применение сопряжено с целым рядом технических, правовых и логистических проблем. В то время как многоквартирные дома оснащены внутренними пожарными кранами, владельцы частных домов в большинстве случаев полагаются либо на автономные источники (скважины,

пруды), либо на уличные гидранты. Практика показывает, что использование последних для спасения частного жилья часто малоэффективно. (2).

1. Проблема «холодного резерва» и замерзания

Главная техническая проблема в условиях российского климата — обустройство гидрантов на неглубоких (менее 2,5–3 метров) сетях водоснабжения, характерных для частного сектора. По нормативам, гидрант должен устанавливаться на колодце с обогревающим устройством или с глубоким заложением трубы ниже уровня промерзания грунта.

Однако в старых садоводствах и коттеджных поселках водопровод часто выполнен из труб малого диаметра, проложенных на малой глубине. Зимой вода в них превращается в лед, делая гидрант неработоспособным. При попытке подать воду из пожарной автоцистерны в промерзшую сеть существует высокий риск разрыва магистрали при гидроударе.

2. Недостаточный диаметр и проходимость сетей. Пожарный гидрант работает эффективно только при условии, что питающая водопроводная сеть способна обеспечить требуемый расход. Для тушения частного дома, в зависимости от степени огнестойкости, нормативный расход составляет от 5 до 10 литров в секунду. Реальность: В частном секторе часто проложены водопроводные трубы диаметром 50–80 мм (а иногда и 32 мм). Через такой трубопровод невозможно прокачать необходимый объем воды. При подключении пожарного рукава к гидранту давление мгновенно падает, струя бьет слабо, а автоцистерна пожарного расчета быстро опустошается, не успев потушить даже локальное возгорание. (2).

3. Юридический барьер: право собственности и ответственность. Одна из самых острых проблем — правовая принадлежность гидранта. В идеале гидранты на сети делятся на муниципальные (обслуживаемые горводоканалом) и ведомственные (на территории поселков, СНТ, ЖСК).

Если пожар происходит в частном доме, а гидрант находится на балансе управляющей компании поселка или самого товарищества, возникают следующие сложности:

Доступ: Часто гидранты закатаны асфальтом, засыпаны землей или заблокированы припаркованным автомобилем хозяина участка.

Обслуживание: Многие частные сети не проходят гидравлические испытания и проверку работоспособности (на водоотдачу) годами. Никто не гарантирует, что вентиль гидранта провернется в экстренной ситуации.

4. Нарушение требований к «красным линиям» и подъезду Пожарный гидрант должен располагаться не далее 2,5 метров от края проезжей части с твердым покрытием. Однако планировка частных секторов зачастую формировалась стихийно. Узкие улицы, низко нависающие провода ЛЭП и ветки деревьев делают невозможным подъезд пожарной машины к гидранту вплотную. Установка автолестницы или цистерны требует места, которого просто нет.

5. Эрозия почвы и затопление участков. В частном секторе отсутствует ливневая канализация, способная принять слив воды из работающего гидранта и пожарных рукавов. При тушении пожара из гидранта вода в огромном объеме выливается на грунт. Это приводит к:

Затоплению соседних участков и подвалов.

Размыву фундамента дома, который пытаются спасти (так называемый «ущерб от тушения»).

Размягчению грунта, из-за чего сама пожарная машина может увязнуть в грязи. (1).

6. Отсутствие автоматического пуска. В отличие от систем пожарного водопровода в многоквартирных домах, частные гидранты являются пассивными устройствами. При возгорании хозяин дома не может самостоятельно их активировать. Он обязан:

1. Обнаружить пожар

2. Позвонить спасателям.

3. Встретить машину и указать на гидрант.

4. Дождаться, пока пожарные вручную (часто ломami и лопатами зимой) откопают крышку колодца и вскроют его.

За это время дом может выгореть полностью. Статистика показывает, что в частном секторе спасают не гидранты, а мобильные емкости воды в автоцистернах, которые прибывают первыми. (3).

Выводы и пути решения: использование пожарного гидранта для частного дома — это скорее формальная возможность, чем реальный гарантированный способ защиты. Главная проблема — низкая культура эксплуатации сетей и отсутствие контроля со стороны местных властей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 28.12.2021). — Ст. 68, 86, 99

2. СП 8.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности (утв. Приказом МЧС России от 19.03.2020 № 194

3. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» (Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84).

4. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. «Физико-химические основы развития и тушения пожаров». — М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. — 395 с. (Раздел 7: «Водоснабжение при тушении рассредоточенных объектов»).

5. Терехнев В.В., Артемьев Н.С., Грачев В.А., Семенов А.О. «Пожарно-строевая подготовка. Пожарная техника и аварийно-спасательное оборудование». — М.: ПожКнига, 2020. — 420 с. (Практическое руководство по установке машин на гидранты и оценке водоотдачи).

УДК 614.841.45:614.841.345.6:697.921.47:699.814.6

Д.Р. Кристов, В.В. Соколянский

ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»

ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ. ПОЧЕМУ ОНА ЧАЩЕ ПОДВОДИТ, ЧЕМ СПАСАЕТ

Аннотация: В статье анализируются причины, по которым противодымная защита зданий часто не справляется со своей задачей. Выявлены главные недочёты в замысле, проектировании, монтаже и эксплуатации таких устройств. Предложены основные направления повышения их надёжности и эффективной работы.

Ключевые слова: системы противопожарной защиты; противодымная защита здания; дымоудаление; подпор воздуха при пожаре.

D.R. Kristov, V.V. Sokolianskiy

BUILDING'S ANTI-SMOKE PROTECTION. WHY IT FAILS MORE THAN IT SAVES

Abstract: The paper analyzes the reasons why smoke protection systems in buildings often fail to perform their task. The main shortcomings in the design, installation, and operation of such systems are identified. The article proposes main directions for improving their reliability and efficiency.

Keywords: fire protection systems; smoke protection in buildings; smoke removal; fire air pressure.

Когда в здании начинается пожар, огонь убивает не всех. Чаще всего люди гибнут не от высокой температуры, а от дыма. Едкая чёрная пелена заполняет комнаты, коридоры, лестницы. В этой тьме ничего не видно, нечем дышать, и человек теряет сознание после нескольких вдохов. Казалось бы, для таких случаев придумана противодымная защита – вентиляторы, которые удаляют дым с путей эвакуации, и подают свежий воздух для предотвращения его распространения. Но статистика говорит об ином: при разборе крупных пожаров выясняется, что эта система либо не сработала, либо сработала так, что дым всё равно заполнил здание. И тогда беда становится неизбежной...

Почему же так происходит? Ведь устройства для борьбы с задымлением – не новинка, их ставят уже много лет [1; 2]. Беда в том, что их создание и содержание обставлены кучей недочётов. Проектировщики закладывают одни решения, монтажники делают по-своему, а владельцы зданий потом годами не проверяют, работает ли хоть что-нибудь. И в итоге, к моменту, когда дым действительно появится, все эти вентиляторы, коробка и клапаны оказываются

мёртвым грузом. А на бумаге всё красиво – акты подписаны, паспорта заполнены.

Начнём с замысла. Противодымная защита – штука непростая. Чтобы она работала, необходимо точно рассчитать, сколько воздуха нужно удалить, сколько подать, где поставить клапаны, как они будут открываться. Но составители чертежей часто относятся к этой работе спустя рукава. Берут типовые решения из старых книг, не вникая, какое перед ними здание. В одном помещении дым идёт одним путём, в другом – совсем иначе. А чертёжник этого не видит, он просто расставляет вентиляторы на бумаге. И когда здание построено, выясняется, что дым идёт не туда, куда задумано, или вовсе не уходит, потому что мощность вентиляторов совсем не та.

Особенно плохи проекты для зданий со сложной планировкой – торговых центров, больниц, гостиниц. Здесь много коридоров, лестниц, лифтовых шахт. Дым может расползаться десятками путей. А противодымная защита, если она сделана по шаблону, эти пути не перекрывает. В итоге дым за считанные минуты заполняет весь этаж, а люди задыхаются, даже не успев добежать до выхода. Потом при разборе выясняется, что проектировщик просто не учёл, как дым поведёт себя в этом конкретном здании. Но виноватых не найти – чертежи согласованы, разрешения получены [3].

Не лучше обстоят дела и с монтажом. Клапаны дымоудаления ставят в неудобных местах – за подвесными потолками, в нишах, куда дым просто не добирается. Вентиляторы монтируют на крыше, забывая сделать для них защиту от снега и льда. А когда зимой идёт снегопад, вентилятор забивается и не крутится. Провода, которые идут к датчикам и приводам, кладут в одну трубу с силовой электропроводкой. От этого возникают помехи, и техника срабатывает, когда попало. А главное – никто после монтажа не проверяет, действительно ли дым пойдёт туда, куда задумано. Сделали пробный пуск – вентилятор закрутился – и всё, приняли [4]. А то, что клапан не открывается до конца или через щели дым всё равно проходит, остаётся за скобками.

Содержание противодымной защиты – это отдельная большая беда. Многие владельцы зданий после сдачи забывают о её существовании до следующей проверки. Вентиляторы стоят без движения годами, подшипники ржавеют, крыльчатка забивается пылью. Клапаны дымоудаления залипают в закрытом положении и не открываются по команде. Приводы, которые ими управляют, выходят из строя, и никто их не чинит. А когда случается пожар, техника оказывается не готовой. Но формально всё в порядке – договор с обслуживающей организацией есть, акты подписаны. Только вот по этим актам мастер раз в полгода поднимался на крышу, смотрел, крутится ли вентилятор, и уходил. А проверить, откроется ли клапан, он не мог – это сложно, нужен помощник, а времени нет [4].

В больницах и школах люди особенно беззащитны – дети, больные, пожилые. Им нужна не просто работающая защита, а такая, которая сработает

безотказно. Но именно в этих местах противодымные системы чаще всего старые, изношенные, не отвечающие современным требованиям. А денег на обновление нет. Вот и получается, что там, где защита нужнее всего, её нет. Старые вентиляторы, которые крутились ещё тридцать лет назад, уже давно пора менять. Но их не меняют, потому что дорого. Клапаны заклинили ещё много лет назад. А в случае пожара дым пойдёт не туда, куда нужно, а куда захочет.

Отдельного разговора заслуживает работа противодымной защиты вместе с другими устройствами. Пожарная сигнализация дала сигнал – должно запуститься дымоудаление. Но часто оказывается, что эти две системы живут сами по себе. Сигнал тревоги до вентиляторов не доходит, потому что разные изготовители, разные протоколы. Или доходит, но с задержкой, когда дым уже заполнил всё здание. А бывает, что всё сработало, но подпор воздуха подал свежий воздух в ту же зону, откуда вытяжка его забирает, и получилась бессмысленная циркуляция. Дым не уходит, свежий воздух не доходит до людей, техника работает вхолостую. И всё потому, что никто не продумал, как эти системы будут действовать вместе.

К числу бед, о которых редко говорят, относится отсутствие контроля за состоянием противодымной защиты в промежутках между проверками [4]. Сегодня есть датчики, которые могут следить за работой вентиляторов и клапанов постоянно. Они покажут, если что-то сломалось, если забилося, если примерзло. Но такие датчики ставят редко – дорого. Чаще всего полагаются на ежегодную проверку. А за год может случиться что угодно. Вентилятор сломался в январе, а проверка будет только в сентябре. Всё это время система не работает, и никто об этом не знает. А в августе может случиться пожар, и тогда будет поздно.

Нельзя обойти вниманием и человеческий фактор. Люди, которые управляют зданием, часто не понимают, как работает противодымная защита, зачем она нужна и как её проверять [5]. Они думают, если вентилятор крутится – значит всё в порядке. А то, что клапаны не открываются, они не знают, потому что никогда их не проверяли. А когда приходит проверяющий, они показывают бумаги, и проверяющий уходит довольный [3]. Но бумаги – это не работающая защита. Это просто бумаги. И настоящая проверка происходит только тогда, когда случается пожар. Но тогда уже поздно что-либо исправлять...

Ещё одна важная сторона вопроса – это то, как проектируются и строятся пути эвакуации. Лестницы, коридоры, тамбуры – всё это должно быть защищено от дыма. Но часто бывает, что лестница, которая по замыслу должна быть незадымляемой, на деле оказывается пронизанной отверстиями и щелями, через которые дым проникает беспрепятственно. Двери, которые должны закрываться автоматически, заклинивают или «подпёрты кирпичом». А противодымная защита, даже если она исправна, не может справиться с дымом, когда пути выхода не дымонепроницаемы. И всё это – из-за того, что строите-

ли сделали не так, как на чертежах, или хозяева здания со временем переделали всё по-своему.

Что же можно сделать, чтобы изменить положение? Направлений здесь много-много, и каждое требует серьёзных усилий.

Первое – заставить проектировщиков думать, а не копировать. Чертежи должны быть не типовыми, а сделанными под каждое конкретное здание, с учётом его планировки, конструктивных материалов, путей движения людей. Должны проводиться испытания на моделях, чтобы увидеть, куда пойдёт дым в реальности. И проектировщик должен отвечать за то, как его замыслы будут работать в реале, а не только за бумаги. Если после сдачи выяснится, что дым идёт не туда, куда задумано, пусть отвечает тот, кто чертил.

Второе – ужесточить контроль при монтаже. Нельзя принимать систему в работу, пока не будет проверено, открываются ли клапаны, крутятся ли вентиляторы, уходит ли дым туда, куда надо. И проверять это должна не та фирма, которая монтировала, а независимая организация. Только тогда у монтажников будет стимул делать хорошо, а не кое-как.

Третье – обязать владельцев зданий проводить регулярные испытания противодымной защиты, а не формальные проверки. Раз в месяц включать вентиляторы, проверять клапаны, смотреть, нет ли засоров. Раз в год проводить полноценные испытания с дымом, чтобы убедиться, что система справляется. И если система не сработала из-за плохого ухода, отвечать должен тот, кто за этим уходом следил.

Четвёртое – установить датчики контроля за состоянием оборудования. Чтобы диспетчер видел на своём экране, работают ли вентиляторы, открыты ли клапаны, есть ли в системе напряжение. И если что-то сломалось, ремонтная бригада выезжала сразу же, а не ждала плановой проверки. Такие датчики стоят денег, но они дешевле, чем жизнь погибших в дыму людей. И пусть эти датчики передают сигнал о неисправности не только на пульт в здании, но и в диспетчерскую службу МЧС. Тогда о поломке узнают не только хозяева, но и те, кто может заставить их её исправить.

Пятое – наладить связь между противодымной защитой и другими устройствами. Пожарная сигнализация, оповещение, дымоудаление, подпор воздуха – всё это должно работать как одно целое. Сигнал тревоги должен запускать нужные вентиляторы, закрывать одни клапаны и открывать другие, включать оповещение о пожаре, отключать лифты. И делать это надо быстро, без задержек. Для этого нужно, чтобы все устройства говорили «на одном языке». А если они от разных заводов, пусть будет переходник (транслятор), который переводит с одного языка на другой.

Шестое – учить обслуживающий персонал правильно обращаться с противодымной защитой. Не все знают, что вентиляторы надо проверять, что клапаны могут залипнуть, что приводы периодически требуют смазки. С людьми нужно проводить регулярные учения, показывать, что делать при пожаре, как

включить систему вручную, если автоматика не сработала. Как быстро определить неисправность.

Седьмое – необходимо установить предельные сроки службы, после которых техника подлежит замене, независимо от того, работоспособна она или нет. И при этом вести строгий учёт всех объектов, оборудованных противоподымной защитой, всех выполненных ремонтов и замен оборудования на них. Чтобы было видно, сколько раз чинили тот или иной вентилятор, как давно его меняли, кто конкретно это делал. И если после очередного ремонта система откажет, можно будет найти виновного.

Восьмое – ввести страхование ответственности проектировщиков, монтажников и обслуживающих организаций. Если их недобросовестная работа приведёт к гибели людей, пусть они платят. Кроме того, ввести систему поощрений для владельцев объектов, которые содержат свою противоподымную защиту в образцовом порядке. Например, снижать страховые взносы или давать налоговые льготы. Тогда у владельцев появится не только страх наказания, но и надежда на выгоду.

Девятое – уделять внимание дымонепроницаемости путей эвакуации. Нельзя, чтобы лестницы и коридоры были пронизаны щелями. Двери должны закрываться плотно, стены не должны иметь дыр, через которые может проникнуть дым. Это требует не только хорошего строительства, но и постоянного ухода. Если дверь перекосилась, её надо подремонтировать. Если в стене появилась трещина – заделать. Иначе никакая вытяжка не поможет.

Десятое – обучать посетителей, находящихся в здании, правильно вести себя при пожаре. Многие, увидев дым, бегут «куда глаза глядят», вместо того чтобы идти к выходам, защищенным от дыма. Нужно, чтобы каждый знал, где находятся эти выходы, и умел до них добраться даже в темноте. А для этого нужны не только таблички на стенах, но и регулярные учения. И учения должны быть неожиданными, чтобы люди не готовились к ним заранее, а действовали как в настоящей беде.

Одиннадцатое – наладить взаимодействие между разными ведомствами, которые отвечают за безопасность зданий. Строители сдали здание, надзорные органы его приняли, а потом никто не отвечает за то, как оно эксплуатируется. Нужно, чтобы была единая служба, которая следила бы за состоянием противоподымной защиты на протяжении всего срока службы здания. И чтобы у этой службы были полномочия требовать устранения неполадок, а не просто давать рекомендации.

Двенадцатое – упростить процедуру проверок. Сейчас проверки такие сложные и долгие, что их стараются проводить как можно реже. А нужно, чтобы проверки были быстрыми, дешёвыми, но при этом охватывали все важные участки. Тогда их можно будет проводить чаще, и неисправности будут обнаруживаться раньше.

Тринадцатое – создать общественные советы при надзорных органах,

куда входили бы не только чиновники, но и инженеры, строители, владельцы зданий. Чтобы вместе обсуждать проблемы и находить решения, устраивающие всех.

Четырнадцатое – разработать простые и понятные инструкции для владельцев зданий. Не толстые книги с кучей непонятных слов, а короткие памятки: что делать, как проверять, на что обращать внимание. Чтобы любой владелец, даже не имеющий технического образования, мог понять, в порядке ли его противоподымная защита. И если что-то не так, знал, куда обращаться.

Пятнадцатое – использовать современные компьютерные расчёты при проектировании. Сегодня уже существуют программы, которые могут показать, как будет двигаться дым в любом здании, даже самой сложной планировки. Нужно обязать проектировщиков пользоваться такими программами, а не полагаться на старые таблицы и примерные прикидки.

И наконец, самое главное – нужно изменить отношение к противоподымной защите в обществе. Это не просто «вентиляторы на крыше», не пустая формальность для получения разрешения на ввод здания в эксплуатацию. Это настоящее орудие спасения, от которого зависят жизни. Когда начинается пожар, дым убивает быстрее огня. И единственное, что может дать людям время выбраться, – это работающая вытяжка и свежий воздух на путях выхода. Если система не сработает, люди начнут задыхаться уже через несколько минут. И никакие пожарные не успеют их спасти, потому что в дыму ничего не видно и нечем дышать.

Пока это понимание не придёт, беды будут повторяться. И каждый следующий пожар, при котором дым заполнил всё здание, будет напоминанием о том, что мы всё ещё не научились ценить главное – человеческую жизнь. Противоподымная защита не прощает халатности. Она требует внимания на всех этапах – от замысла до ежедневного ухода. Если мы будем относиться к ней как к ненужной обузе, она ответит нам отказом в самый страшный час. Если же мы вложим в неё душу, время и деньги, она станет надёжным щитом, который отведёт дым от людей и даст им шанс спастись...

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон № 123-ФЗ : [принят Государственной думой 04 июля 2008 года, одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 года (в редакции от 14.07.2022 № 276-ФЗ)]. – Москва : Проспект, 2023. – 128 с.

2. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (с изменением № 4 2025 г.) : свод правил : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом МЧС России от 21.02.2013 № 116 : взамен СП 7.13130.2009 : дата введения 2013-02-25 / разработан и внесён ФГБУ МЧС России, ОАО «СантехНИИпроект». – Москва : ФГБУ ВНИИПО МЧС России; ОАО «СантехНИИпроект», 2013. – 29 с.

3. Инструкция по организации и осуществлению государственного пожарного надзора в Российской Федерации : [утверждена приказом МЧС России от 17.03.2003 № 132] : сайт / МЧС России. – URL: <https://39.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/1-organizaciya-ekstrennogo-reagirovaniya/1-1-normativno-pravovye-akty/1-1-4-normativno-pravovye-akty-mchs-rossii/prikaz-mchs-rf-ot-17-marta-2003-g-n-132-ob-utverzhdenii-instrukcii-po-organizacii-i-osushchestvleniyu-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora-v-rossiyskoy-federacii> (дата обращения 01.04.2026).

4. ГОСТ Р 53300-2009. Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приёмо-сдаточных и периодических испытаний (переиздание июнь 2019 г.) : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утверждён и введён в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.02.2009 № 76-ст : введён впервые : дата введения 2010-01-01 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России : внесён Техническим комитетом ТК274 «Пожарная безопасность». – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с.

5. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : по состоянию на 30.03.2023 : [утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479]. – Москва : Проспект, 2023. – 96 с.

УДК 614.849

А.В. Кружилов, И.В. Мирошников, Ю.А. Воронова, С.В. Баскаков*

Главное управление МЧС России по Воронежской области

*ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»

СТИМУЛИРОВАНИЕ ДОБРОВОЛЬНОГО СОБЛЮДЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ПРАВОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Аннотация: В статье рассматривается оценка эффективности правовых стимулов, направленных на формирование модели добровольного соблюдения требований пожарной безопасности на подведомственных объектах государственного пожарного надзора. Предложены способы дальнейшего совершенствования работы по выработке добросовестности у контролируемых лиц соблюдения требований пожарной безопасности

Ключевые слова: пожарная безопасность, добровольное соблюдение, стимулирование, техническое регулирование, риск-ориентированный подход, государственный контроль, объект защиты

A.V. Kruzhilov, I.V. Miroshnikov, Yu.A. Voronova, S.V. Baskakov

**INCENTIVIZING VOLUNTARY COMPLIANCE
WITH FIRE SAFETY REQUIREMENTS:
LEGAL MECHANISMS AND THEIR EFFECTIVENESS**

Abstracts: The article examines the effectiveness of legal incentives aimed at creating a model of voluntary compliance with fire safety requirements at state fire supervision facilities. Ways to further improve the work on developing the integrity of controlled persons in compliance with fire safety requirements have been proposed

Keywords: fire safety, voluntary compliance, incentives, technical regulation, risk-based approach, state control, object of protection

В настоящее время в системе отечественного государственного управления происходит трансформация подходов к обеспечению соблюдения требований в сфере безопасности.

Современная модель регулирования требований в области пожарной безопасности адаптивно переходит от методов прямого административного давления к более гибким формам воздействия. В центре такой трансформации заложена идея снижения числа нарушений не за счёт усиления «штрафных санкций» и «кошмаривания» бизнеса, а через формирование у контролируемых лиц устойчивой мотивации добросовестного соблюдения установленных противопожарных норм и правил.

Так, в соответствии с Федеральным законом № 184 «О техническом регулировании» применение стандартов и сводов правил носит добровольный характер, что является правовой основой использования гибких регуляторных механизмов [1]. В Федеральном законе № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» закреплены минимально необходимые требования, оставляя собственнику объекта защиты определённую свободу в выборе организационных и технических решений [2]. В результате формируется смешанная модель регулирования, где обязательные требования задают рамки фундаментальных противопожарных норм, а добровольные механизмы определяют способ их реализации. Добровольное использование документов в области стандартизации для подтверждения соответствия соблюдения требований Федерального закона № 123 [4] позволяет организациям фактически подтверждать соответствие установленным требованиям пожарной безопасности без дополнительных процедур контроля. Это формирует эффект правовой предсказуемости и снижает вероятность претензий со стороны надзорных органов МЧС России, а также повышает публичную оценку объекта защиты по уровню организации противопожарной защиты.

Риск-ориентированная модель государственного контроля, закреплённая в Федеральном законе № 248 «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», перераспределяет контроль-

ную нагрузку в зависимости от уровня потенциального ущерба объекту защиты [3]. Практически это означает, что контролируемые лица, демонстрирующие высокий уровень соблюдения требований, оказываются в более «мягких» режимах контроля. Такая модель надзора создаёт экономическую и организационную мотивацию к снижению нарушений на объекте, поскольку напрямую влияет на периодичность и вид контрольно-надзорных мероприятий в отношении проверяемого объекта [6].

Современная деятельность органов федерального государственного пожарного надзора первостепенно ориентирована на предупреждение нарушений, а не только на их фиксацию. Важным аспектом в принятии решения о присвоении конкретной категории риска объекту защиты является суммарный критерий добросовестности соблюдения правил противопожарного режима и выполнения организационных и инженерно-технических мероприятий, изложенных в нормативных документах. В случае, например, если на объекте умеренного риска срабатывают определенные «сигналы» нарушения данных требований (индикаторы риска), это может повлечь за собой пересмотр категории риска объекта на более высокую категорию с дальнейшим принятием решения о проведении проверки в отношении сведений, содержащихся в декларации о пожарной безопасности и фактическом противопожарном состоянии конкретного объекта защиты. Согласно официальным данным, профилактические визиты на объекты защиты и консультационные беседы с контролируемыми лицами позволяют снижать количество нарушений и повышать общий уровень дисциплины в сфере соблюдения требований пожарной безопасности на подконтрольных объектах государственного пожарного надзора [5].

Применение стимулирующих механизмов добросовестности соблюдения противопожарных требований способствует непосредственно:

- снижению административной нагрузки на контролируемых лиц;
- формированию культуры качественного соблюдения противопожарных норм и правил;
- повышению уровня правовой определённости.

Вместе с тем эффективность данных механизмов зависит от уровня информированности контролируемых лиц и развития правоприменительных механизмов.

Для дальнейшего повышения эффективности стимулирования добровольного соблюдения требований целесообразно:

- развивать цифровые инструменты контроля объектов защиты и информирования контролируемых лиц;
- расширять практику профилактических мероприятий со стороны федерального государственного пожарного надзора;
- стимулировать внедрение инновационных решений, связанных с работой систем предотвращения пожара и противопожарной защиты.

Таким образом, стимулирование соблюдения требований пожарной безопасности является важным направлением развития современного правового регулирования добросовестного поддержания уровня данных требований на объектах защиты. Использование соответствующих механизмов позволит и дальше повышать эффективность обеспечения безопасности при одновременном снижении административной нагрузки на контролируемые субъекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ // Консультант Плюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 14.04.2026)
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Консультант Плюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 15.04.2026).
3. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ // Консультант Плюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения 15.04.2026).
4. Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: Приказ Росстандарта от 28.11.2025 № 2594. // Консультант Плюс: справочно-правовая система. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_520483/ (дата обращения 16.04.2026).
5. Доклады с обобщением правоприменительной практики и руководством по соблюдению обязательных требований за 2024 год. — URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7768> (дата обращения: 20.04.2026).
6. Устарханов, Х.А. Риск-ориентированный подход в государственном пожарном надзоре / Х.А. Устарханов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 36 (483). — С. 280-283. — URL: <https://moluch.ru/archive/483/105785> (дата обращения: 20.04.2026).

УДК 614.844.2

Я.М. Кузнецов, Л.Ю. Фомичев, И.А. Минаева

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет;
ГБУ «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве»;
Российский государственный университет нефти и газа (НИУ)
имени И. М. Губкина

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ИСПЫТАНИЙ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Аннотация: рассмотрено влияние автоматизации испытаний автоматических установок пожаротушения на безопасность труда персонала, участвующего в эксплуатации и техническом обслуживании систем противопожарной защиты. На основе статистики работоспособности пожарной автоматики, данных опроса специалистов и анализа технических решений показано, что автоматизация испытаний способна снижать долю ручных операций, связанных с проливами, доступом к трубопроводам и арматуре, а также повышать документируемость контроля.

Ключевые слова: автоматическая установка пожаротушения; испытания; автоматизация; безопасность труда; техническое обслуживание; человеческий фактор; мониторинг.

Y.M. Kuznetsov, L.Yu. Fomichev, I.A. Minaeva

THE EFFECT OF AUTOMATED TESTING OF FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS ON OCCUPATIONAL SAFETY DURING FACILITY OPERATION

Abstracts: the paper considers the effect of automated testing of automatic fire extinguishing systems on occupational safety of personnel involved in operation and maintenance of fire protection systems. Based on fire automation performance statistics, expert survey data and technical solutions, it is shown that testing automation can reduce manual operations associated with water discharge, access to pipelines and valves, and improve documented control.

Keywords: automatic fire extinguishing system; testing; automation; occupational safety; maintenance; human factor; monitoring.

Автоматические установки пожаротушения (АУП) являются элементом инженерной защиты объектов и должны сохранять работоспособность в течение всего срока эксплуатации. Их фактическая готовность к срабатыванию за-

висит не только от проектных решений, но и от качества технического обслуживания, проверок и испытаний. При этом испытания водяных и пенных установок связаны с выполнением ручных операций: открытием арматуры, контролем давления и расхода, организацией сброса огнетушащего вещества, доступом к диктующим участкам трубопроводной сети и фиксацией результатов. Поэтому совершенствование процедур испытаний целесообразно рассматривать не только с позиции надежности АУП, но и с позиции безопасности труда эксплуатационного персонала.

В исходных материалах отсутствуют количественные данные о производственном травматизме именно при испытаниях установок пожаротушения. В связи с этим влияние автоматизации на безопасность труда в настоящей работе рассматривается через анализ факторов риска, сопровождающих традиционные испытания, и через оценку того, какие ручные операции могут быть заменены дистанционным управлением, измерением и протоколированием.

По данным анализа работы пожарной автоматики за 2017–2024 гг. в Российской Федерации рассмотрено 887 случаев ее работы при пожарах. В 759 случаях пожарная автоматика была отнесена к работоспособному состоянию, а 128 случаев связаны с неработоспособным состоянием. Для указанных неработоспособных состояний в исходных данных приведены 17 погибших, 16 травмированных и прямой ущерб более 1,1 млрд руб. [5]. Эти сведения показывают, что своевременное выявление неработоспособного состояния установок имеет значение для безопасности людей на объекте.

Структура причин отказов и неэффективности АУП указывает на значимость организационно-эксплуатационных факторов. В исследованиях по водяным и пенным установкам отмечены отключение систем, ненадлежащее техническое обслуживание, повреждение компонентов и несоответствие системы характеру пожара [2, 7]. Следовательно, надежность АУП тесно связана с качеством контроля, полнотой испытаний и дисциплиной эксплуатации.

С позиции безопасности труда традиционные испытания могут сопровождаться факторами, повышающими нагрузку на персонал: ручным управлением запорной арматурой, переносом измерительных емкостей и шлангов, работами в насосных и технических помещениях, риском пролива воды и образования скользких поверхностей, а также необходимостью доступа к элементам, расположенным на высоте или в труднодоступных местах. Испытания требуют согласования с эксплуатационными службами объекта, поскольку проливы могут повредить отделку, оборудование или материальные ценности.

Практическое подтверждение организационных затруднений содержится в результатах опроса 78 специалистов и ответственных за пожарную безопасность организаций г. Москвы. Среди причин неполноценного технического обслуживания АУП указаны риск повреждения оборудования и отделки (46 % ответов), сложность согласования испытаний (30 %), трудоемкость процесса (18 %), низкая оплата работ (4 %) и недостаток квалифицированного персона-

ла (2 %). Эти результаты не являются статистикой травматизма, однако характеризуют условия, при которых испытания становятся трудоемкими и потенциально конфликтными с нормальной эксплуатацией объекта.

Техническая основа автоматизации испытаний заключается в переносе части контрольных операций из зоны непосредственного контакта персонала с элементами установки в контур дистанционного управления и мониторинга. К таким решениям относятся отводящие или байпасные линии с калиброванными дросселями, дистанционно управляемые запорные устройства, датчики давления и расхода, средства автоматического протоколирования. В отечественной патентной практике описана спринклерная установка с отводящими линиями у диктующего оросителя и на участке диктующей площади, позволяющая проверять производительность насоса и интенсивность орошения без массовой активации оросителей [4].

Работы Л. Ю. Фомичева по автоматизации испытаний спринклерной установки пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода, а также по автоматизированному контролю и диагностике спринклерной системы пожаротушения показывают перспективность перехода от эпизодических ручных проверок к контролю, основанному на управляемом создании расчетного расхода, измерении параметров и документировании результатов [8, 9]. В работах по испытаниям внутреннего противопожарного водопровода в рамках строительного надзора также подчеркивается значимость объективного инструментального контроля [3].

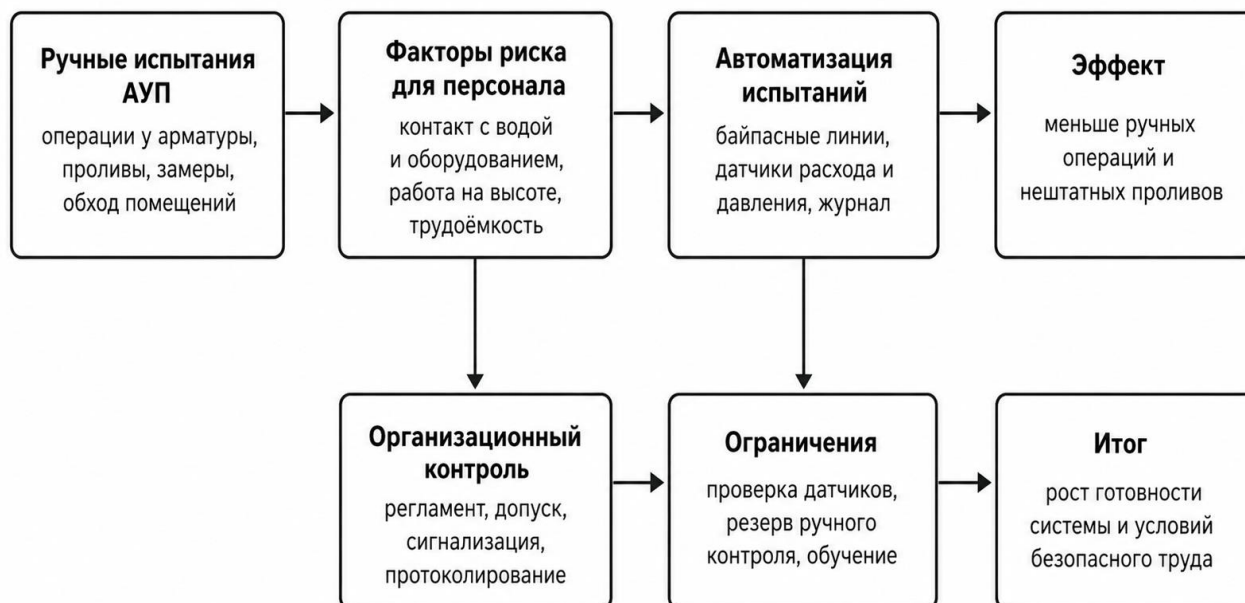


Рисунок. Механизм влияния автоматизации испытаний установок пожаротушения на безопасность труда

Представленная схема отражает, что влияние автоматизации на безопасность труда носит опосредованный характер. Основной эффект достигается не за счет исключения персонала из технического обслуживания, а за счет изменения характера его участия: вместо выполнения большого числа ручных операций персонал осуществляет подготовку, контроль алгоритма, анализ протокола и принятие решения по результатам испытания. При этом сохраняется необходимость осмотров, периодической поверки средств измерений, проверки исправности исполнительных устройств и обучения работников безопасным методам выполнения работ.

Зарубежная нормативная практика также подтверждает возможность применения автоматизированного обследования и испытаний водяных систем пожаротушения при условии эквивалентности проверок традиционным процедурам, наличия сигнализации, журналирования и исключения влияния отказа испытательного оборудования на работоспособность основной системы [10]. Этот принцип важен для безопасности труда: автоматизация должна снижать риск выполнения регламентных работ, но не должна создавать новый источник опасности или скрывать неработоспособное состояние установки.

Выводы. Автоматизация испытаний установок пожаротушения влияет на безопасность труда прежде всего через снижение трудоемкости, уменьшение количества ручных операций, ограничение нештатных проливов и повышение воспроизводимости контроля. Анализ предоставленных статистических данных показывает, что неработоспособное состояние пожарной автоматики имеет значимые последствия для безопасности людей, а результаты опроса специалистов указывают на организационные причины формального подхода к испытаниям. Дальнейшее развитие автоматизированных процедур целесообразно связывать с апробацией байпасных и измерительных контуров на объектах защиты и оценкой их влияния как на надежность АУП, так и на условия безопасного труда обслуживающего персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 27.102—2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения. — М. : Стандартинформ, 2021. — 32 с.
2. Методы испытаний на работоспособность водяных и пенных АУП / Л. М. Мешман, Р. Ю. Губин, А. Г. Дидяев [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 2. — С. 28–50. — DOI: 10.18322/PVB.2016.25.02.28-50.
3. Особенности испытаний внутреннего противопожарного водопровода в рамках государственного строительного надзора / Л. Ю. Фомичев, И. А. Минаева, А. Г. Марков [и др.] // Технологии техносферной безопасности. — 2025. — № 2(108). — С. 94–109. — DOI: 10.25257/TTS.2025.2.108.94-109.
4. Патент на полезную модель № 129005 U1 Российская Федерация. Спринклерная установка пожаротушения : № 2012151017/12 : заявл. 28.11.2012 : опубл. 20.06.2013 / Л. Т. Танклевский, М. А. Васильев, С. В. Уткин [и др.].

5. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий : информационно-аналитический сборник. — Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. — 112 с.

6. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. — 2020. — № 39. — Ст. 6056.

7. Состояние и перспективы повышения эффективности водяных и пенных автоматических установок пожаротушения / Л. М. Мешман, С. Г. Цариченко, Р. Ю. Губин [и др.] // Пожарная безопасность. — 2015. — № 1. — С. 103–108.

8. Фомичев, Л. Ю. Автоматизация процедуры проведения испытаний спринклерной установки пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода / Л. Ю. Фомичев // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сб. материалов XII Всерос. науч.-практ. конф. — Иваново, 2025. — С. 431–435.

9. Фомичев, Л. Ю. Способ автоматизированного контроля и диагностики спринклерной системы пожаротушения и внутреннего противопожарного водопровода / Л. Ю. Фомичев // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ. — М., 2025. — С. 28–30.

10. NFPA 25. Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems. — Quincy, MA : National Fire Protection Association, 2023.

УДК 614.84:004.89:519.87

Е.М. Куттыбаев, В.Т. Олейников

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ РЕАГИРОВАНИЕМ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «112» И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: В статье представлена интегрированная модель управления реагированием пожарно-спасательных подразделений, объединяющая систему экстренных коммуникаций «112», алгоритмы распределения сил и средств и геоинформационную платформу. В отличие от существующих подходов предложена сквозная архитектура «событие–информация–управление», обеспечивающая учет характеристик информационного потока при принятии управленческих решений. Реализован подход семантической классификации вызовов на основе ключевых слов сообщения и выбора состава сил и средств с учетом строевой записки и расписания выезда. Установлено, что ключевым огра-

ничением системы «112» является отсутствие интеграции со строевой запиской гарнизона и расписанием выезда. Предложено введение промежуточного интеллектуального слоя, реализующего функции семантической классификации вызовов и структурирования информации. При этом управленческое решение формируется АРМ «Диспетчер» на основе нормативных алгоритмов. Показано, что интеграция информационного и управленческого контуров, а также использование ГИС для оптимизации маршрутов движения позволяет существенно сократить время реагирования и повысить эффективность управления.

Ключевые слова: система 112, управление, пожаротушение, ГИС, оптимизация маршрутов, принятие решений.

E.M. Kuttybaev, V.T. Oleynikov

INTEGRATED MODEL OF FIRE RESPONSE MANAGEMENT BASED ON THE “112” SYSTEM AND GIS TECHNOLOGIES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS

Abstracts: The paper presents an integrated model for managing fire rescue units, combining the “112” emergency communication system, resource allocation algorithms, and GIS-based routing. A unified architecture linking information processing and decision-making is proposed. The approach includes semantic classification of emergency calls and resource selection based on operational data. The integration improves response efficiency by reducing processing time and optimizing routing.

Keywords: 112 system, fire response, GIS, routing optimization, decision support.

1. Введение

Современные системы реагирования на чрезвычайные ситуации представляют собой сложные организационно-технические системы, функционирующие в условиях неопределенности, дефицита времени и высокой динамики обстановки [2, 3]. Максимальное достижение уровня управления в рассматриваемых системах достигается скоростью обработки информации и оптимальными результатами принимаемых решений [1, 6]. Система обработки экстренных вызовов «112» является важным элементом информационного поля реагирования и обеспечивает прием, обработку сообщений о происшествиях [10, 11]. Наряду с этим управление подразделениями гарнизона противопожарной службы организовано в установленном историческом времени порядке, включающего оценку обстановки, принятие решений и проведение аварийно-спасательных работ. Статистика результатов служебно-боевой деятельности показывает, что раздельная работа указанных контуров приводит к потере передачи информации, неполноценности и увеличению времени реагирования, что отрицательно сказывается на начальной этапе развития пожара.

В этой связи возникает острая необходимость в создании универсальной модели, включающей процессы приема и обработки вызова, определения и назначения подразделений пожаротушения и их высылке.

2. Обзор литературы

Методы управления подразделениями гарнизона противопожарной службы подробно рассмотрены в научных трудах ряда исследователей, посвященных теме рационализации распределения подразделений и элементов боевого порядка, обеспечении устойчивого управления при ликвидации чрезвычайных ситуаций [1–3]. Главным вопросом, которому уделялось внимание, является вопрос сокращения времени реагирования и его влиянию на качество ликвидации пожаров [6]. Для оптимизации процесса приема и обработки вызовов применяются методы теории массового обслуживания [7], раскрывающие потоки поступающих вызовов и время их обслуживания. В рассматриваемом цикле характеристика системы может быть описана путем применения марковских процессов и стохастических моделей. [8]. Развитие единой системы экстренных служб в реалиях современности (112) направлено на мульти-сервисность транспортной среды источников информации и рост оперативности реагирования [10, 11]. Стоит отметить возросшую роль применения ГИС технологий, позволяющих выстраивать кратчайшие маршруты движения для караула [9, 11].

Проводимые исследования, в которых зачастую рассматривались информационный и управленческий векторы обособленно [4, 5], приводили к сокращению эффективности в системе управления.

3. Постановка задачи

Изучается симбиоз следующей организационно-технической платформы реагирования, которая состоит из:

- системы «112»;
- системы управления пожарно-спасательными подразделениями;
- промежуточного интеллектуального слоя;
- ГИС технологии.

Цель исследования — достижение оптимальных результатов реагирования за счет консолидации перечисленных составляющих.

Модель системы представляется в виде:

$M = \{S, P, U, G, X\}$ где:

S — состояния системы;

P — вероятности переходов;

U — показатель качества информационного обеспечения;

G — структура управления;

X — управляющие воздействия.

Показатель качества информации определяется как:

$$U = \frac{I}{T_{call}}$$

где I — полнота информации,
 T_{call} — время обработки вызова [7, 8].

4. Интеграция системы «112» и управления

Процесс обработки вызовов в системе «112» может быть представлен как система массового обслуживания [7]. Снижение времени обработки вызова T_{call} приводит к увеличению показателя U , что повышает качество принимаемых управленческих решений.

Ключевым элементом предлагаемой модели является семантическая классификация вызовов. Использование семантического анализа и роль искусственного интеллекта позволяет сократить неопределенность и ускорить процесс принятия решений [4, 5].

Интеллектуальный слой выполняет функции:

- классификации вызова
- структурирования информации
- формирования сценария реагирования

$$C^* = \arg \max P(C_i | W)$$

При этом искусственный интеллект не формирует управленческое решение, а подготавливает данные для АРМ «Диспетчер».

5. Выбор сил и средств

После определения типа происшествия осуществляется выбор состава сил и средств:

$$X = \Psi(C, D)$$

где C — тип происшествия,
 D — данные информационной системы.

В состав данных входят:

- строевая записка;
- расписание выезда;
- текущая загрузка подразделений;
- территориальное расположение.

Выбор осуществляется с учетом минимально необходимого состава сил:

$$\sum_i x_{ij} \geq R_j^{min},$$

что обеспечивает соответствие принимаемых решений реальной оперативной обстановке [1–3].

6. Интеграция ГИС и оптимизация маршрутов

Геоинформационная система используется для оптимизации маршрутов движения подразделений [9, 11].

Дорожная сеть представляется в виде графа:

$$G = (V, E)$$

Каждому участку соответствует вес:

$$w_{ij} = f(l_{ij}, v_{ij}, c_{ij})$$

Оптимальный маршрут определяется как:

$$d_{ij} = \min \sum w_{ij}$$

Использование ГИС позволяет учитывать текущую дорожную обстановку, минимизировать время прибытия подразделений и повысить эффективность управления.

7. Результаты:

В результате интеграции:

- устранен разрыв «112 – управление»
- сокращено время обработки вызова

В экспериментальных условиях (г. Алматы):

- время обработки снижено до 40 секунд
- автоматизировано формирование путевки на 5 вопросе
- реализована маршрутизация с учетом пробок
- обеспечена поддержка одновременных пожаров

Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного подхода.

8. Заключение

В работе предложена интегрированная модель управления реагированием, объединяющая информационный и управленческий контуры системы. В отличие от существующих подходов [4, 5] предложено учитывать влияние характеристик информационного потока на процессы управления, введен интеллектуальный слой, обеспечена интеграция с гарнизоном, реализована поддержка РТП

Использование семантического анализа вызовов, учет оперативных данных и интеграция геоинформационной системы обеспечивают повышение эффективности реагирования.

Модель обеспечивает повышение эффективности управления и сокращение времени реагирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов А.Н. Методы управления пожарно-спасательными подразделениями // Пожарная безопасность. — 2019. — № 3. — С. 45–52.
2. Брушлинский Н.Н. Организационно-управленческие исследования в пожарной охране. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. — 312 с.
3. Топольский Н.Г. Управление в чрезвычайных ситуациях. — М.: МЧС России, 2020. — 280 с.
4. Хабибуллин Р.Ш. Онтологический подход к выявлению проблем в области реагирования на чрезвычайные ситуации // Вестник МЧС. — 2021. — № 2. — С. 33–40.
5. Абрамов А.А. Онтологическое моделирование систем управления // Системный анализ и управление. — 2020. — № 4. — С. 12–19.
6. Мехова В.В. Анализ времени реагирования пожарных подразделений // Пожарная безопасность. — 2022. — № 1. — С. 25–31.
7. Kleinrock L. Queueing Systems, Volume 1: Theory. — New York: Wiley, 1975. — 417 p.
8. Ross S.M. Stochastic Processes. — New York: Wiley, 2014. — 768 p.
9. ISO 22320:2018 Security and resilience — Emergency management — Guidelines for incident management.
10. ITU-T E.106 International Emergency Preference Scheme (IEPS). — Geneva: ITU, 2019.
11. EENA. Next Generation 112 (NG112) Standards. — Brussels: EENA, 2022.
12. FEMA. Incident Command System (ICS) Guidelines. — Washington, 2017.
13. Tarakanov D.V. Models of fire response management under uncertainty // Fire Safety Journal. — 2021.
14. Denisov A.N., Khabibullin R.Sh. Decision support in emergency systems // Safety Science. — 2020.

УДК 614.84

М.Д. Лашкин, Д.Е. Цветков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ-БОТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ В ОРГАНАХ ГПН

Аннотация: Статья исследует проблему высокой информационной нагрузки на инспекторов государственного пожарного надзора при нехватке кадров. Предлагается использовать ИИ-ботов для автоматизации рутинных консультаций.

Ключевые слова: надзор, искусственный интеллект, инспектор, консультирование, надзорные органы.

M.D. Lashkin, D.E. Tsvetkov

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING AN AI BOT FOR PRELIMINARY CONSULTATION IN PUBLIC SERVICE BODIES

Abstracts: The article discusses the problem of a high information load on inspectors of state fire supervision bodies in the conditions of a shortage of personnel. We offer a solution in the form of the introduction of AI-bots for solving typical tasks during consulting.

Keywords: supervision, artificial intelligence, inspector, consulting, supervisory bodies.

При выполнении своих обязанностей инспекторы государственного пожарного надзора (ГПН) сталкиваются с обработкой большого объёма информации. В условиях нехватки кадров эта нагрузка растёт, что может приводить к формальным действиям ради отчётности. Ранее исследователями рассматривались различные варианты подходов к улучшению результатов надзорной деятельности [1-10].

Для решения этой проблемы предлагается использовать ботов на основе искусственного интеллекта. Они смогут отвечать на часто задаваемые вопросы, анализировать документы, отправлять уведомления о проверках и обновлениях, а также предлагать персонализированные рекомендации по пожарной безопасности. Бот поможет собирать и структурировать данные, ускоряя взаимодействие с пользователями. Он также сможет быстро находить нужные разделы в законах и помогать составлять различные документы.

Ботов можно разместить на официальных сайтах органов ГПН, в мессенджере МАХ, мобильном приложении «Инспектор», на портале «Госуслуги» и в чат-ботах популярных мессенджеров. Их можно внедрить на сайты ор-

ганизаций, а также сделать в виде голосовых ассистентов для удобства пользователей.

Для эффективной работы системы нужно создать единую базу знаний с актуальными нормативными актами и типовыми вопросами, которая будет регулярно обновляться. Важно обеспечить поддержку, передавая сложные запросы живым специалистам.

Внедрение ботов снизит нагрузку на инспекторов, повысит доступность информации, сократит количество формальных проверок, улучшит прозрачность взаимодействия и сократит сроки обработки запросов.

Однако возникает вопрос о точности ответов ботов. В таблице ниже были описаны результаты анализа положительных и отрицательных сторон этой системы.

*Таблица. Анализ достоинств и недостатков ИИ-бота
для консультирования граждан в сфере ГПН*

Достоинства	Недостатки
Снижение нагрузки на инспекторов. ИИ берёт на себя рутинные задачи (ответы на типовые вопросы, первичная проверка документов, напоминания о сроках), освобождая время для сложных проверок и анализа.	Высокие затраты на разработку и внедрение. Создание ИИ-бота с качественной базой знаний, интеграцией с ГИС и другими системами требует значительных финансовых вложений.
Круглосуточная доступность. Бот работает 24/7, что повышает доступность консультаций для граждан и организаций в любое время.	Зависимость от качества данных. Эффективность ИИ напрямую зависит от полноты и актуальности базы знаний; ошибки или пробелы в данных приведут к некорректным ответам.
Стандартизация ответов. ИИ обеспечивает единое толкование норм и правил.	Этические и юридические вопросы. Ответственность за ошибочный совет бота не всегда чётко определена, что создаёт риски для ГПН в случае ущерба.
Ускорение обработки запросов. Мгновенные ответы на типовые вопросы и автоматизированная проверка документов сокращают сроки взаимодействия с органом ГПН.	Ограниченная способность решать нестандартные задачи. Сложные или уникальные ситуации потребуют вмешательства человека, а бот может дать неверный совет.
Повышение прозрачности взаимодействия. Чат-бот фиксирует все запросы и ответы, создавая цифровой след для контроля качества работы и разрешения споров.	Необходимость регулярного обновления. Законодательство [11] в сфере пожарной безопасности часто меняется — базу знаний нужно актуализировать, что требует постоянного внимания.
Масштабируемость. Одного бота можно развернуть на множестве платформ (сайты, на которых размещена информация органов ГПН, «Госуслуги», мессенджеры, голосовые ассистенты) без пропорционального роста затрат.	Риск формализации взаимодействия. Чрезмерное доверие к ИИ может привести к тому, что пользователи будут игнорировать углублённое изучение норм, полагаясь на автоматические подсказки.
	Технические сбои. Перебои в работе бота (из-за ошибок ПО, перегрузки серверов) могут временно лишить пользователей доступа к консультациям.

Внедрение ИИ-ботов в работу органов ГПН обладает значительным потенциалом: оно снижает административную нагрузку, повышает доступность и прозрачность консультаций, ускоряет обработку запросов и позволяет сосредоточиться на сложных задачах. Оптимальным решением станет гибридный подход: бот выполняет рутинные функции и первичную фильтрацию запросов, а сложные случаи передаются специалистам. Это позволит максимизировать преимущества ИИ, сведя к минимуму его недостатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сони́на О.Н., Лаза́рев А.А. Использование языковых моделей искусственного интеллекта в решении задач пожарной профилактики // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII ВСЕРОССИЙСКОЙ научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 360-366. - EDN: JKEEVG

2. Жалбу А.А. [и др.] Использование курсантами МЧС средств нейросети при модификации учебного видеоматериала по противопожарной пропаганде для школьников / Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 15-21. - EDN: IRKYRG

3. Солодова Н.О. [и др.] Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 81-89. - EDN: FJFYWV.

4. Лаза́рев А.А. [и др.] Проблемы модификации закадрового текста противопожарной пропаганды средствами искусственного интеллекта для создания видеороликов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 186-190. - EDN: SKXHNDY

5. Лаза́рев А.А. [и др.] Возможности искусственного интеллекта для профилактики пожаров среди представителей старшей возрастной группы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 197-202. - EDN: VVDWHA

6. Лаза́рев А.А. [и др.] Анализ результатов контрольной деятельности в области пожарной безопасности в 2023-2024 годах // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «государственный надзор» за 2024 год. результаты научных мероприятий: три внутри академические научно-практические семинары; внутри академический круглый стол. Иваново, 2025. С. 52-57. – EDN: BWVYUJ

7. Рома́нова О.С. [и др.] О пожарной безопасности населенных пунктов, подверженных угрозе ландшафтных (природных) пожаров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 341-346. – EDN: ODBFRW

8. Я́купова Э.Ф. [и др.] О пожарной безопасности деревянных конструкций // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI

Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 561-565. EDN: QVITEA

9. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. EDN: RXCHMG

10. Калюжный Н.П. [и др.] Совершенствование подготовки должностных лиц нештатной службы профилактики в местном пожарно-спасательном гарнизоне // Пожарная и аварийная безопасность. 2025. № 2 (37). С. 6-14. - EDN: ERAUGA

11. Федеральный закон "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" от 31.07.2020 N 248-ФЗ

УДК 614.842.4

М.А. Логвинец, В.И. Семенова, В.Б. Бубнов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЭВОЛЮЦИЯ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СОУЭ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ В СП 3.13130.2009 И СП 3.13130.2026

Аннотация: Новый свод правил СП 3.13130.2026, утвержденный приказом МЧС России № 133 от 26 февраля 2026 года, вступает в силу с 1 июня 2026 года и полностью заменяет СП 3.13130.2009. Документ вводит принципиальные изменения, ориентированные на инклюзивность, надежность и современные технологии систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Статья представляет сравнительный анализ ключевых положений двух версий свода правил.

Ключевые слова: СП 3.13130.2026, СП 3.13130.2009, системы оповещения и управления эвакуацией, СОУЭ, противопожарная защита, тактильное оповещение, световые оповещатели, разборчивость речи, акустические параметры, контроль линий связи, маломобильные группы населения, поэтапная эвакуация.

M.A. Logvinets, V.I. Semenkov, V.B. Bubnov

EVOLUTION OF REGULATORY REGULATION OF SUE. COMPARATIVE ANALYSIS OF CLASSIFICATION APPROACHES OF THE ALERT SYSTEM IN SP 3.13130.2009 AND SP 3.13130.2026

Abstracts: The new set of rules SP 3.13130.2026, approved by Order No. 133 of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated February 26, 2026, comes into force on June 1, 2026, and completely replaces SP 3.13130.2009. The document introduces fundamental changes focused on inclusivity, reliability, and modern technologies for evacuation warning

and control systems (EWCS). This article provides a comparative analysis of the key provisions of the two versions of the set of rules.

Keywords: SP 3.13130.2026, SP 3.13130.2009, evacuation warning and control systems, EWS, fire protection, tactile warning, light warning devices, speech intelligibility, acoustic parameters, communication line monitoring, people with limited mobility, and staged evacuation.

С июня 2026 года начнёт действовать новый свод правил СП 3.13130.2026 (утверждён приказом МЧС России № 133 от 26.02.2026), заменяющий СП 3.13130.2009. Главные преимущества обновлённого документа гибкость и актуальность. В отличие от старой версии с жёсткой типизацией, СП 3.13130.2026 позволяет проектировщикам точнее подбирать решения для СОУЭ (систем оповещения и управления эвакуацией при пожаре), ориентируясь на реальные риски и специфику зданий. Кроме того, новые требования учитывают современные технологии и обеспечивают более высокий уровень защиты всех групп населения, включая маломобильные категории (МГН). [1, 2].

Таблица 1 Сравнение принципов классификации и проектирования

Параметр	СП 3.13130.2009	СП 3.13130.2026
Подход	Строгое деление на 5 типов в зависимости от этажности и назначения здания	Отказ от типов; выбор звукового, речевого, светового или тактильного оповещения по функционалу (п. 6.2.1)

Изменения в способах оповещения

Новый стандарт вводит тактильное оповещение вибрационными и электромагнитными устройствами для людей с нарушениями слуха и в шумных помещениях (>85 дБА). Световые оповещатели становятся самостоятельным каналом, а динамические знаки с изменяемым значением допускаются впервые (п. 9.4.3) [3].

Таблица 2. Изменения способов оповещения

Параметр	СП 3.13130.2009	СП 3.13130.2026
Тактильное оповещение	Не предусматривалось	Обязательно для МГН (п. 6.17.6)
Световые оповещатели	Указатели «Выход»	Самостоятельный канал в шумных зонах

Акустические параметры и разборчивость

Разборчивость речи теперь требует 90 % площади помещения (п. 6.11.1), уровень звука уточнен: +10 дБА в квартирах, 75 дБА в спальнях зонах. В помещениях с шумом >85 дБА сигнал достигает 105 дБА с дополнением светом или тактилью; плавное нарастание запрещено [5].

Надежность и контроль

Автоматический контроль линий связи обязателен на всем протяжении, фиксация изъятия оповещателя - за 100 секунд (300 с для радиоканала, п. 5.4.2–5.4.4) [2].

Управление эвакуацией и зонирование

Введены акустически связанные пространства (далее - АСП) в одной зоне, отдельный раздел 8 по экстренной связи в ключевых зонах. Поэтапная эвакуация обязательна для высотных и многофункциональных зданий [1].

Обеспечение безопасности МГН

Обязательны световое и тактильное оповещение в зданиях Ф1.1, не менее 3 % индивидуальных устройств или 1 на объект; сигнал подтверждения на пожарный пост. Добавлены сообщения на других языках и приложения по расчетам [4].

СП 3.13130.2026 существенно усложняет требования, делая упор на инклюзивность, технологичность и риск-ориентированный подход, что повысит эффективность эвакуации на 20–30 % по предварительным оценкам [2, 5]. Документ обязателен для проектирования, строительства, реконструкции и капремонта с 1 июня 2026 года; переходный период позволяет завершить старые проекты по СП 2009. Производителям и проектировщикам предстоит адаптация ассортимента и методик, но это обеспечит переход к "умным" СОУЭ будущего [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утверждён новый свод правил по системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Инспекция государственного строительного надзора Новосибирской области. — 2026. — 4 марта. — URL: <https://gsn.nso.ru/news/1733> (дата обращения: 27.03.2026). [products.rubezh](<https://products.rubezh.ru/about/news/sp-3-13130-2026-chto-menyaetsya-dlya-rynka-soue/>)
2. Пожарная безопасность: переработаны требования к системам оповещения и управления эвакуацией // TLS-Cons. — URL: <https://www.tls-cons.ru/novosti/pozharnaya-bezopasnost-pererabotany-trebovaniya-k-sistemam-opoveshcheniya-i-upravleniya-evakuatsiey/> (дата обращения: 28.03.2026). [products.rubezh](<https://products.rubezh.ru/about/news/sp-3-13130-2026-chto-menyaetsya-dlya-rynka-soue/>)
3. Утвержден новый СП 3.13130.2026 // Takir.ru. — URL: <https://takir.ru/vse-publikacii/novosti/utverzhdenn-novyy-sp-3-13130/> (дата обращения: 28.03.2026). [products.rubezh](<https://products.rubezh.ru/about/news/sp-3-13130-2026-chto-menyaetsya-dlya-rynka-soue/>)
4. МЧС обновило требования к системам оповещения и управления эвакуацией при пожаре // Блог инженера. — URL: <https://xn----8sbbilafpyxcf8a.xn--p1ai/news/%>

D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5-%D1%82%D1%80%D0% B5%D0%B1
%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%
B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B5-%D1%81%D0%BF-3-
13130-2026.html (дата обращения: 27.03.2026). [products.rubezh] (<https://products.rubezh.ru/about/news/sp-3-13130-2026-chto-menyaetsya-dlya-rynka-soue/>)

5. Утверждены новые требования к системе оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Кодекс. — URL: <https://kodeks.ru/news/read/utverzdeny-povye-trebovaniia-k-sisteme-opoveshheniia-i-upravleniia-evakuaciei-liudei-pri-pozare> (дата обращения: 26.03.2026). [products.rubezh] (<https://products.rubezh.ru/about/news/sp-3-13130-2026-chto-menyaetsya-dlya-rynka-soue/>)

УДК 614.841.4

М.А. Логвинец, В.И. Семенова, Н.М. Панев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ И АНАЛИЗ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ

Аннотация: в статье анализируются современные возможности пожарно-технической экспертизы электроустановок как инструмента установления причин пожаров. Рассмотрены нормативно-правовые и методические основы экспертного исследования. Особое внимание уделено проблемам оценки допустимости и достоверности заключений эксперта в судебной практике, включая разграничение компетенций, противоречия между государственными и негосударственными экспертами, а также вопросы утраты вещественных доказательств. Приведены примеры из конкретных судебных актов, иллюстрирующие типичные экспертные ошибки и подходы судов к их преодолению.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза, электроустановки, короткое замыкание, аварийный режим, большое переходное сопротивление, судебная экспертиза, доказательства, специальные знания, судебная практика, экспертная ошибка.

M.A. Logvinets, V.I. Semenkov, N.M. Panev

FIRE AND TECHNICAL EXAMINATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS: CURRENT STATE, PROBLEMS OF EVIDENTIAL VALUE AND ANALYSIS OF LAW ENFORCEMENT PRACTICE

Abstracts: the article analyzes the current capabilities of fire and technical examination of electrical installations as a tool for establishing the causes of fires. The regulatory and methodological foundations of expert research are considered. Special attention is paid to the problems of assessing the admissibility and reliability of expert opinions in judicial practice, including the delineation of competencies, conflicts between state and non-state experts, and the issues of loss of physical evidence. Examples from specific court decisions are provided to illustrate typical expert errors and the approaches of courts to overcome them.

Keywords: fire and technical expertise, electrical installations, short circuit, emergency mode, high transient resistance, forensic expertise, evidence, special knowledge, judicial practice, expert error.

Статистика техногенных пожаров на территории Российской Федерации за последние годы неуклонно указывает на электротехническую составляющую как на одну из доминирующих причин возгораний. Короткое замыкание, перегрузка электросети, большое переходное сопротивление - эти аварийные режимы работы электрооборудования требуют глубокого анализа, основанного на комплексе специальных знаний в области электротехники и пожарной безопасности. Пожарно-техническая экспертиза судебная (СПТЭ) - исследование поврежденного пожаром объекта с целью установления очага пожара и причин (технических и организационно-технических) его возникновения и распространения и дачи заключения эксперта по результатам этого исследования для использования его в судопроизводстве. Расследование пожаров, возникшие по электротехническим причинам, связано со значительными трудностями. Огонь уничтожает те материальные следы, исследование которых позволило бы реконструировать возникновение и развитие аварийного режима. В этой ситуации значение имеет не только качественное проведение экспертизы, но и правильная процессуальная оценка ее результатов. Как показывает практика, заключение эксперта нередко становится важным элементом между сторонами обвинения и защиты, что требует единообразного подхода к оценке таких доказательств судом.

Цель работы - анализ современных возможностей пожарно-технической экспертизы электроустановок, выявление системных проблем ее доказательственного значения и формулирование рекомендаций по совершенствованию экспертной деятельности на основе обзора актуальной судебной практики.

Пожарно-техническая экспертиза электроустановок представляет собой многоступенчатый процесс, включающий анализ режимов работы электросети до пожара, изучение следов термического поражения на токоведущих частях, а также расчет электромагнитных параметров. В соответствии с профильными разделами правил противопожарного режима и положениями электротехнических нормативных документов, эксперт должен оценивать электроустановку по определенным ключевым направлениям.

Первое из направлений – проверка соответствия типа электрооборудования классу пожароопасной или взрывоопасной зоны, в которой оно эксплуатировалось. Здесь применяются требования Правил устройства электроустановок (ПУЭ) и Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Второе из направлений – анализ аварийных режимов. Экспертиза призвана позволить отличить признаки протекания аварийных режимов работы электрооборудования (токи короткого замыкания, длительная перегрузка, большое переходное сопротивление) от воздействия внешнего огня на проводку, поскольку воздействие опасных факторов пожара способно уничтожить первичные признаки короткого замыкания или видоизменить их.

Третье из направлений – исследование следов на проводниках. Ключевыми объектами здесь выступают оплавления на медных или алюминиевых жилах, которые в экспертной практике часто называют «лунками» или «шариками». Современная методика металлографического анализа (исследование структуры металла под микроскопом) позволяет с достаточной степенью достоверности отличить оплавление, возникшее до пожара вследствие короткого замыкания, от оплавления, образовавшегося в процессе горения проводника под воздействием внешнего пламени.

Рассмотрим проблемы доказательственного значения экспертных заключений. Несмотря на научную обоснованность существующих методик, судебная практика фиксирует ряд барьеров, существенно снижающих доказательственную ценность пожарно-технических экспертиз электроустановок.

Первая проблема – разграничение компетенций. На практике на разрешение эксперта ставятся вопросы правового характера, например, о наличии причинно-следственной связи между действиями конкретного лица и возникновением пожара. Согласно статье 8 Федерального закона от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», эксперт не вправе решать правовые вопросы. Его задача – установление фактических обстоятельств (наличие аварийного режима, направление развития горения, очаговая зона) на основе специальных знаний.

Указанная проблема наглядно иллюстрируется следующим примером из судебной практики. Городским судом было рассмотрено дело о возгорании автомобиля. При производстве кузовных работ возникла необходимость в проведении дополнительных работ. По халатности ответчиков на территории га-

ража, приспособленного ими для малярно-покрасочных и кузовных работ, произошло возгорание салона автомобиля, в результате которого салон автомобиля полностью выгорел с деформацией кузова в результате воздействия высокой температуры при горении. Пожар произошел по вине ответчиков, поскольку, согласно заключению пожарно-технической экспертизы, причиной возгорания явился аварийный пожароопасный режим работы электропроводки автомобиля замка задней правой двери автомобиля в связи с осуществлением ответчиками ремонтных воздействий в отношении автомобиля без отключения питания бортовой сети автомобиля от аккумуляторной батареи (далее – АКБ), что является недопустимым. Из объяснений ответчика следует, что АКБ при производстве подготовительно-окрасочных работ автомобиля не отсоединялась. При производстве работ произведен демонтаж обшивки и стекла двери.

Согласно выводам пожарно-технической экспертизы, демонтаж элементов двери мог привести к нарушению целостности электропроводки автомобиля, что впоследствии могло привести к возникновению и протеканию аварийного пожароопасного режима ее работы.

Проанализировав приведенные нормы закона и установленные по делу обстоятельства, суд пришел к выводу, что при осуществлении малярно-покрасочных и кузовных работ транспортного средства истца не были соблюдены требования пожарной безопасности, что привело к возгоранию транспортного средства и причинению истцу материального ущерба [5].

Вторая проблема – противоречия между заключениями государственных и негосударственных экспертов. Государственные судебные эксперты подразделений МЧС России (испытательные пожарные лаборатории) традиционно используют более консервативные, жестко регламентированные и апробированные методики. Частные эксперты, напротив, иногда допускают излишнее вольнодумство, применяют авторские методики, не прошедшие межведомственного утверждения, либо допускают вероятностные формулировки там, где требуется категоричный вывод. В результате по одному и тому же делу могут появиться два диаметрально противоположных заключения, что ставит суд в затруднительное положение.

Пример арбитражной практики, иллюстрирующий данную проблему, касался взыскания ущерба за пожар на объекте энергетики. Спор состоял в том, что страховая компания отказала в выплате страхового возмещения, настаивая на неисправности электрооборудования (заводском дефекте). В рамках дела государственным СЭУ была проведена экспертиза, которая указала на то, что аварийный режим работы электрооборудования, принадлежащего ответчику, выразился в неисправной работе электроудлинителя, к которому были подключены одновременно три холодильных установки. Одновременное подключение трёх потребителей высокой мощности в совокупности с неисправно-

стью удлинителя привело к большому переходному сопротивлению (БПС) в месте плохого контакта внутри этого удлинителя.

Ответчик иск предпринимателя оспорил по мотиву недоказанности проведенными экспертизами вины ответчика в произошедшем пожаре. Он указал, что заключение эксперта государственного СЭУ не подтверждает возникновение очага пожара в электрооборудовании ответчика, поскольку эксперт не поставил вопрос о необходимости дополнительного исследования электрооборудования.

При этом проведенной по заявлению ответчика внесудебной экспертизой в негосударственном СЭУ установлено, что аварийный режим является вторичным коротким замыканием, то есть следствием уже протекающего пожара. Кроме того, эксперт негосударственного СЭУ отметил, что объект пожара не был снабжен устройством защитного подключения в нарушение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», из чего следует, что именно арендодателем не были обеспечены меры пожарной безопасности.

Суд кассационной инстанции отклонил доводы о необъективности государственных экспертов, указав, что металлографическое исследование было проведено в строгом соответствии с действующими методическими рекомендациями, а эксперт второй инстанции был предупрежден об уголовной ответственности по статье 307 Уголовного кодекса РФ. Данный случай иллюстрирует более высокую доказательственную ценность судебной экспертизы, проведенной в государственном экспертном учреждении, по сравнению с внесудебным исследованием (рецензией) [4].

Выводы: пожарно-техническая экспертиза электроустановок является сложным, наукоемким процессом, без которого невозможно справедливое правосудие по делам о пожарах электротехнического происхождения. Современные методики металлографического анализа, расчета токов короткого замыкания и температурных режимов позволяют с высокой степенью достоверности дифференцировать первичные и вторичные оплавления, а также устанавливать факт аварийного режима работы электросети.

Вместе с тем правоприменительная практика выявила ряд системных проблем: нарушение экспертами процессуальной компетенции (выход за пределы специальных знаний), противоречия между заключениями государственных и независимых экспертов, а также высокий риск утраты вещественных доказательств на стадии, предшествующей судебному разбирательству. Преодоление этих проблем возможно путем:

- 1) более строгого контроля за соблюдением экспертами требований статьи 8 Федерального закона № 73-ФЗ (недопустимость решения правовых вопросов);

- 2) унификации методик пожарно-технической экспертизы электроустановок для государственных и негосударственных экспертов.

Только при соблюдении указанных условий заключение пожарно-технической экспертизы может выступать полновесным и бесспорным судебным доказательством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. КонсультантПлюс. Приборы и установки специальные (фрагмент). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: consultant.ru (дата обращения: 05.04.2026).
2. КонсультантПлюс. Электроустановки и электрооборудование: требования надзора. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: consultant.ru (дата обращения: 05.04.2026).
3. КонсультантПлюс. Требования к эксплуатации электроустановок (Правила противопожарного режима). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: consultant.ru (дата обращения: 05.04.2026).
4. Постановление Арбитражного суда Восточно-Сибирского округа по делу № А19-7279/2022. – Судебные и нормативные акты РФ (СудАкт). – 2024. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://sudact.ru/vsrf/doc/YsA3MAvNIhNa/?ysclid=moii5persy127204653> (Дата обращения: 03.04.2026).
5. Решение Новочеркасского городского суда Ростовской области от 18 мая 2017 г. по делу № 2-1608/2017 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Кадастровой палаты Ростовской области. – URL: <https://clcl.li/mLbvN> (дата обращения: 28.04.2026).

УДК 614.84

М.С. Макаров, В.Б. Бубнов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ: БАЛАНС МЕЖДУ ДОСТУПНОСТЬЮ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Аннотация: в статье исследуется проблема правового регулирования обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей. Анализируется баланс между императивными требованиями безопасности и необходимостью обеспечения доступности объектов для всех категорий граждан, включая маломобильные группы населения. Рассматриваются изменения законодательства 2024-2025 годов, выявляются правовые коллизии.

Ключевые слова: объекты с массовым пребыванием людей, пожарная безопасность, правовое регулирование, доступность, эвакуация, нормативно-правовые акты.

M.S. Makarov, V.B. Bubnov

LEGAL REGULATION OF FIRE SAFETY OF FACILITIES WITH MASS PRESENCE OF PEOPLE: BALANCE BETWEEN ACCESSIBILITY AND SAFETY

Abstracts: the article explores the problem of legal regulation of fire safety of facilities with a massive presence of people. The balance between the imperative safety requirements and the need to ensure the availability of facilities for all categories of citizens, including people with limited mobility, is analyzed. Changes in legislation 2024–2025 are being considered, legal conflicts are being identified.

Keywords: objects with a mass stay of people, fire safety, legal regulation, accessibility, evacuation, regulatory legal acts.

Защита от пожаров на объектах, где ежедневно находятся сотни и тысячи посетителей, остаётся одной из самых сложных задач для отечественной нормативно-правовой базы (далее – НПБ). Торговые и развлекательные комплексы, учебные заведения, больницы, кинотеатры и другие публичные пространства регулярно принимают большое количество граждан, что закономерно повышает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС).

Необходимость обращения к данной теме продиктована несколькими взаимосвязанными обстоятельствами. Прежде всего, в 2025–2026 годах нормативное поле в сфере пожарной защиты претерпело заметные изменения. Так, начиная с 1 марта 2025 г. действуют обновлённые редакции статей 24 и 37 Федерального закона № 69-ФЗ, которые вводят обязательное соответствие специалистов по пожарной безопасности утверждённым профессиональным стандартам или квалификационным справочникам [6]. Кроме того, с 1 сентября того же года применяется обновлённый порядок обучения, закреплённый приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России) № 1120 от 16.12.2024 [3]. Эти нововведения существенно меняют практику подготовки кадров и требуют переосмысления подходов к правоприменению.

Число объектов массового посещения стабильно растёт. Активное развитие торговых центров, развлекательных комплексов и общественных зданий требует, чтобы законодательство успевало за этими изменениями и надёжно защищало посетителей. На этом фоне возникает непростой вопрос: как совместить строгие нормы пожарной безопасности (далее – ПБ) с созданием по-настоящему доступной среды, в том числе для маломобильных граждан? Именно поиск баланса между этими двумя приоритетами – безопасностью и всеобщей доступностью – и становится ключевой задачей данного исследования.

Если обратиться к статистике последних пяти лет, можно заметить, что число возгораний на объектах коммерческой сферы перестало расти и вышло на относительно стабильный уровень. В среднем ежегодно фиксируется от 2,4 до 2,8 тысяч таких происшествий. Детальные данные о масштабах материального ущерба и, что особенно важно, о человеческих жертвах представлены в *Таблица 1*.

*Таблица 1. Статистика пожаров на объектах торговли и развлечений
(2020-2024 гг.)*

Год	Количество пожаров в зданиях, сооружениях, помещениях предприятий торговли	Прямой материальный ущерб, тыс. руб	Погибло, чел
2020	2620	845755	10
2021	2668	1265341	14
2022	2429	973156	20
2023	2350	3492484	12
2024	2519	1851758	11

На практике строгие противопожарные нормы нередко вступают в конфликт с задачей обеспечения беспрепятственного доступа в здания. Этот конфликт выливается в несколько конкретных проблем:

1. Противостояние норм безопасности и доступности. Жёсткие требования к эвакуационным путям и обязанность держать противопожарные двери закрытыми (для локализации огня) часто создают физические барьеры для маломобильных граждан, существенно усложняя их передвижение и экстренную эвакуацию.

2. Высокая финансовая нагрузка на собственников. Внедрение и обслуживание современных систем пожаротушения, сигнализации и оповещения требует серьёзных инвестиций. Для малого и среднего бизнеса такие расходы становятся ощутимым бременем, которое может тормозить развитие предприятий.

3. Размытость правовых формулировок. Отдельные положения Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» содержат оценочные нормы [7]. Из-за этого проверяющие нередко трактуют их по-своему, что порождает правовую неопределённость и субъективизм при инспекциях.

4. Пробелы в системе надзора. Несмотря на обширную нормативную базу, нарушения на объектах с массовым пребыванием людей фиксируются регулярно. Это прямо указывает на необходимость модернизации контрольных механизмов и повышения их эффективности.

Из этого следует, что проблема носит комплексный характер и требует всестороннего подхода к её устранению. В Российской Федерации (далее –

РФ) правовое поле, регулирующее ПБ, представляет собой иерархическую структуру, включающую нормативные акты разной юридической силы. Федеральные законы, постановления Правительства РФ и ведомственные акты МЧС России формируют её фундамент.

Для наглядного представления структуры НПБ приведём данные, указанные в Таблица 2.

**Таблица 2. Основные нормативно-правовые акты
в области пожарной безопасности**

Нормативно-правовой акт	Содержание
Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [6]	Устанавливает общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения ПБ в РФ
Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [7]	Определяет технические требования к объектам защиты, устанавливает классификацию зданий и сооружений
Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [8]	Регламентирует требования к зданиям и сооружениям в части обеспечения безопасности при эксплуатации
Постановление Правительства РФ от 03.02.2025 № 90 [2]	Вносит изменения в Правила противопожарного режима
Приказ МЧС России от 16.12.2024 № 1120 [3]	Устанавливает порядок обучения мерам пожарной безопасности
СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения» [4]	Содержит требования к проектированию, строительству и эксплуатации общественных зданий

Нормативные акты дифференцируют требования к общественным зданиям в зависимости от их назначения, вместимости и конструктивных особенностей. К числу базовых организационно-технических мер относятся:

1. Планы эвакуации. Их разработка обязательна для любых площадок с массовым скоплением людей, а также для этажей, где расположено от 10 и более рабочих мест. Документы должны соответствовать ГОСТ Р 12.2.143-2009 и размещаться на хорошо видимых участках.

2. Системы пожарной защиты. Оснащение автоматическими средствами обнаружения возгорания, тушения и оповещения является обязательным для большинства общественных зданий. Конкретный состав оборудования напрямую зависит от класса функциональной пожарной опасности объекта.

3. Первичные средства пожаротушения. На каждом этаже размещается минимум два огнетушителя, при этом расстояние от них до потенциального очага возгорания строго нормируется.

4. Доступ для пожарных подразделений. К любым зданиям, сооружениям и наружным пожарным водосточникам должен быть обеспечен беспрепятственный подъезд в течение всего года, независимо от погодных условий и состояния дорожного покрытия.

Совокупность этих мер направлена на снижение вероятности возгораний и гарантирование безопасного вывода людей при ЧС.

Поиск компромисса между жёсткими противопожарными стандартами и созданием комфортной, инклюзивной среды остаётся одной из самых дискуссионных тем в современной практике. Узкие коридоры, тяжёлые противопожарные двери или пороги, необходимые для огнезащитного деления, зачастую становятся непреодолимыми препятствиями для людей с ограниченными возможностями. Системы голосового оповещения также не всегда учитывают особенности восприятия информации слабовидящими и слабослышащими посетителями.

Сгладить эти противоречия можно через несколько практических шагов. Во-первых, целесообразно разрабатывать индивидуальные технические условия для конкретных объектов, где будут заранее учтены потребности маломобильных групп. Во-вторых, активно внедрять дублирующие способы оповещения (световые табло, виброустройства), которые делают эвакуацию понятной для всех. В-третьих, пересмотреть программы подготовки персонала, добавив в них модули по сопровождению и помощи людям с инвалидностью в экстренных ситуациях.

Таким образом, за несоблюдение установленных норм предусмотрена административная ответственность по ст. 20.4 Кодекса РФ об административных правонарушениях [1], а с марта 2025 года к специалистам в этой сфере применяются дополнительные квалификационные требования, включая обязательную сертификацию [3]. Если же халатность приводит к гибели людей или иным тяжким последствиям, наступает уголовная ответственность по ст. 219 Уголовного кодекса РФ [5].

Подводя итог, можно констатировать, что нормативное регулирование противопожарной защиты на объектах массового посещения продолжает динамично развиваться. Достичь устойчивого баланса между безопасностью и доступностью удастся только при условии последовательной модернизации законодательства, внедрения интеллектуальных систем мониторинга, повышения ответственности владельцев зданий, качественной переподготовки кадров и перехода к риск-ориентированной модели надзорной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 28.12.2025) [Электронный ресурс] // Консультант-Плюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 03.04.2026).

2. Постановление Правительства РФ от 03.02.2025 № 90 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_498180/ (дата обращения: 03.04.2026).

3. Приказ МЧС России от 16.12.2024 № 1120 «Об определении порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность, по программам противопожарного инструктажа» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_499164/ (дата обращения: 03.04.2026).

4. СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения» [Электронный ресурс] // Минстрой России. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/351102147> (дата обращения: 03.04.2026).

5. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 28.12.2025) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699/ (дата обращения: 03.04.2026).

6. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ред. от 31.07.2025) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 03.04.2026).

7. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 03.04.2026).

8. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95348/ (дата обращения: 03.04.2026).

УДК 614.841

М.С. Макаров, А.А. Лазарев, Д.А. Степанян, О.С. Романова, С.К. Редков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРАВОПРИМЕНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ОСОБОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО РЕЖИМА: СУДЕБНАЯ ПРАКТИКА И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация: в статье анализируется современная практика правоприменения в условиях особого противопожарного режима в Российской Федерации. Рассматриваются механизмы адаптации подходов к административной практике,

предлагается алгоритм квалификации правонарушений в условиях действия особого режима. Выявлены ключевые проблемы правоприменительной практики, предложены пути их решения.

Ключевые слова: особый противопожарный режим, требования пожарной безопасности, правоприменительная практика, вероятностный подход, риск-ориентированное управление, профилактика пожаров, административная ответственность.

M.S. Makarov, A.A. Lazarev, D.A. Stepanyan, O.S. Romanova, S.K. Redkov

ENFORCEMENT IN A SPECIAL FIRE REGIME: PROBABILISTIC MODELS, JURISPRUDENCE AND WAYS TO IMPROVE SUPERVISORY ACTIVITIES

Abstracts: The article analyzes the current practice of law enforcement in the context of the special fire regime in the Russian Federation. It examines the mechanisms of adapting approaches to administrative practice and proposes an algorithm for qualifying offenses under the special regime. The article identifies key problems in law enforcement practice and suggests ways to address them.

Keywords: special fire safety regime, fire safety requirements, law enforcement practice, probabilistic approach, risk-based management, fire prevention, administrative responsibility.

Обеспечение пожарной безопасности остаётся одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере защиты населения и территорий. По данным МЧС России на территории Российской Федерации (далее – РФ) ежедневно фиксируется в среднем около 1000 пожаров. В 2024 году их общее количество составило свыше 347 тысяч случаев, что подтверждает масштабность задачи и необходимость совершенствования превентивных мер.

Особую значимость в этой системе приобретает особый противопожарный режим (далее – ОПР), вводимый органами государственной власти или местного самоуправления в периоды повышенной пожарной опасности (далее – ПО) [5]. В условиях ОПР реализуются дополнительные требования пожарной безопасности (далее – ТПБ), направленные на минимизацию рисков возникновения и распространения пожаров, в том числе ландшафтных [1, 3].

Новизна исследования заключается в комплексном анализе правоприменительной практики 2024–2025 гг. с учётом риск-ориентированного надзора, интеграции статистических данных ФГБУ «ВНИИПО МЧС России» и разработки адаптивной схемы взаимодействия надзорных органов с субъектами территориального управления, включая формализованный алгоритм квалификации правонарушений в условиях ОПР.

Правоприменительная практика в условиях ОПР носит циклический характер и условно делится на три этапа (Рис. 1):

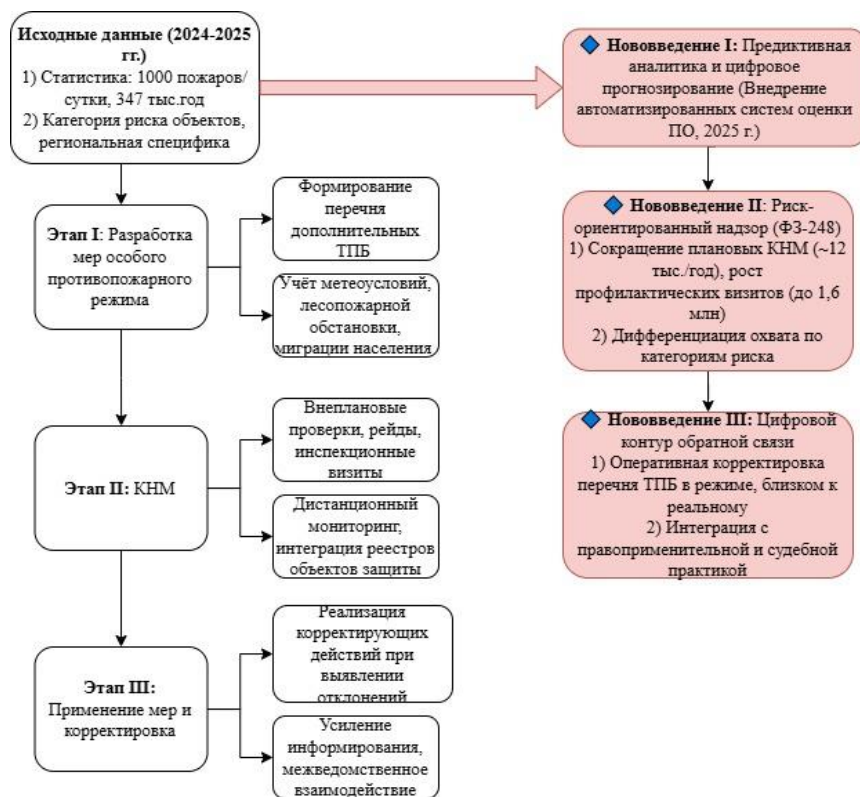


Рис. 1. Последовательная модель правоприменения в условиях ОПР с учётом административной практики в 2025 г.

1. Первый этап – этап разработки мер. На данной стадии органы власти формируют перечень дополнительных ТПБ, опираясь на федеральные нормы и региональные особенности. Однако на практике преобладает шаблонный подход: перечни утверждаются заблаговременно и редко меняются из года в год, что снижает их эффективность в условиях динамично меняющейся обстановки.

2. Второй этап – этап контрольно-надзорных мероприятий (далее – КНМ). В рамках данного этапа проводятся плановые и внеплановые проверки, рейдовые осмотры, инспекционные визиты. Охват объектов варьируется в зависимости от категории риска и границ территорий, включённых в перечень уязвимых [2].

3. Третий этап – этап применения мер. На завершающей стадии реализуются корректирующие действия при выявлении отклонений от установленных требований, включая уточнение перечня мер, усиление информирования населения и межведомственное взаимодействие.

В современных условиях правоприменительная практика трансформируется под влиянием цифровизации и внедрения риск-ориентированной модели надзора. Согласно данным государственного мониторинга за 2024-2025 гг., приоритет смещается с реактивного реагирования на превентивное управление: число профилактических визитов возросло до 1,6 млн, тогда как плановые КНМ сократились до 12 тыс. [7]. Внедряются автоматизированные системы оценки ПО, интегрируются данные метеомониторинга, лесохозяйственного учёта и реестров объектов защиты в единые цифровые контуры. Это позволяет региональным органам власти корректировать перечни дополнительных ТПБ не на основе ежегодных шаблонов, а в режиме, близком к реальному времени.

Особое значение в правоприменительной и судебной практике приобретает дифференциация ответственности по ч. 6 и ч. 6.1 ст. 20.4 КоАП РФ. Важным отличием данных частей от формальных составов (ч. 1, 2, 2.1, 7, 9) является наличие материального состава правонарушения [8]. Это означает, что для квалификации необходимо наступление конкретных противоправных последствий:

1) по ч. 6 ст. 20.4 КоАП РФ: возникновение пожара и уничтожение или повреждение чужого имущества, либо причинение легкого или средней тяжести вреда здоровью человека;

2) по ч. 6.1 ст. 20.4 КоАП РФ: возникновение пожара и причинение тяжкого вреда здоровью человека или смерть человека [4].

Примечательно, что ч. 6.1 применяется исключительно к юридическим лицам. Должностные лица при наступлении таких последствий подлежат уголовной ответственности по ст. 219 УК РФ, что исключает принцип двойного наказания. Данная правовая конструкция напрямую влияет на практику правоприменения в условиях ОПР: органы надзора вынуждены смещать фокус с карательных мер на досудебное предупреждение нарушений, фиксируемых цифровыми средствами мониторинга, и оперативное устранение условий, способных повлечь материальные последствия [6].

Для систематизации правоприменительной практики и минимизации ошибок при квалификации предлагается алгоритм принятия решений о привлечении к ответственности в условиях ОПР, который может быть визуализирован в виде блок-схемы (Рис. 2). Алгоритм базируется на пяти последовательных условиях:

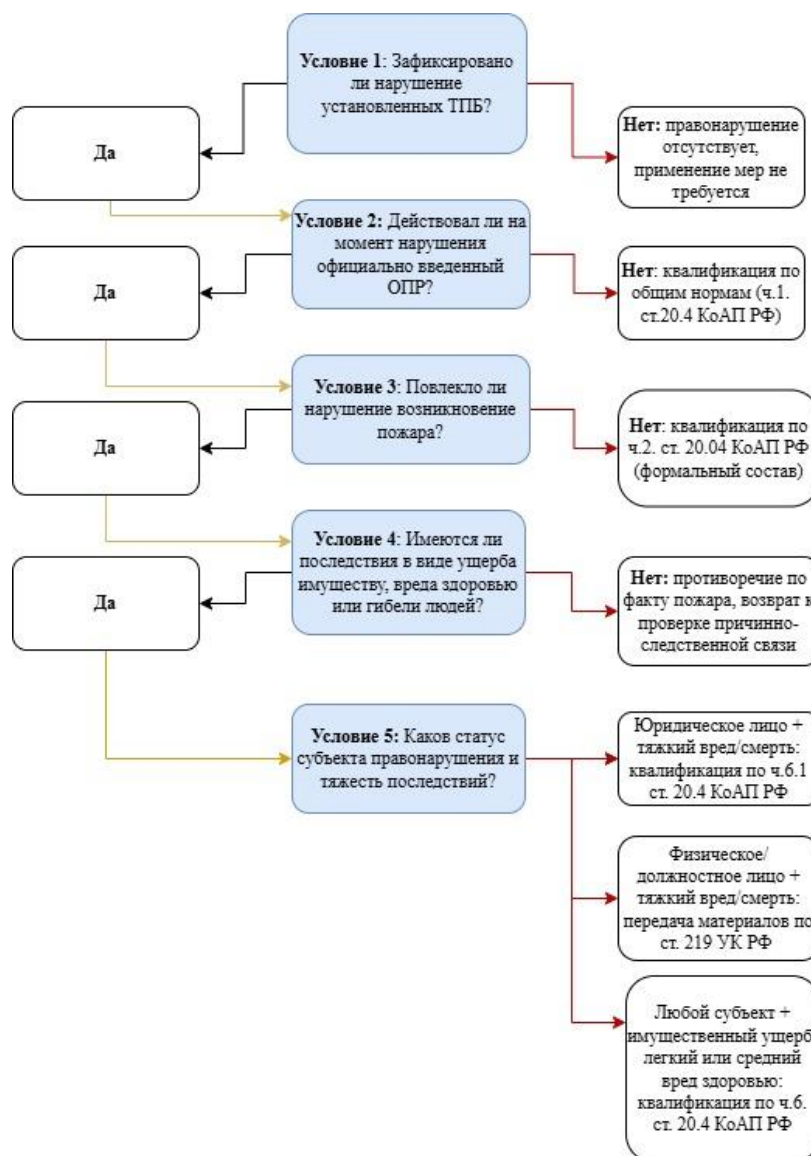


**Рис. 2. Алгоритм квалификации правонарушений
при нарушении ТПБ в условиях ОПР**

Представленный алгоритм обеспечивает последовательную квалификацию правонарушений на основе объективных признаков состава. Условие 1 фиксирует факт несоблюдения установленных требований: при его отсутствии производство по делу не возбуждается. Условие 2 определяет правовое поле: если особый режим официально не введен (или не соблюдены все условия вступления в силу соответствующих постановлений), нарушение квалифицируется по общей норме (ч. 1 ст. 20.4 КоАП РФ). Условие 3 выявляет наличие пожара как ключевого квалифицирующего признака; при его отсутствии деяние квалифицируется как формальный состав (ч. 2 ст. 20.4 КоАП РФ). Условие 4 проверяет наступление материальных последствий, обязательных для дифференциации ответственности по квалифицирующим

частям. Условие 5 завершает квалификацию, соотнося тяжесть последствий с правовым статусом нарушителя, что позволяет чётко отграничить административную ответственность юридических лиц (ч. 6 и ч. 6.1 ст. 20.4 КоАП РФ) от уголовной ответственности физических и должностных лиц (ст. 219 УК РФ).

Внедрение алгоритма минимизирует субъективизм, унифицирует правоприменительные решения и повышает их предсказуемость в судебной практике. Тем не менее, формализация процедуры квалификации не устраняет системные пробелы в организации превентивной работы на территориальном уровне.

Анализ текущей практики позволяет выделить ряд ограничений, требующих решения. Во-первых, сохраняется низкая адаптивность региональных регламентов: многие субъекты РФ используют унифицированные шаблоны, не учитывающие локальную специфику [3, 8, 9]. Для преодоления данного ограничения необходимо разработать гибкие методические рекомендации с чёткими критериями оперативного изменения перечня ТПБ, увязав их с алгоритмом квалификации и принципами риск-ориентированного надзора. Во-вторых, отсутствует единая методика оценки эффективности введённых ограничений. Целесообразно проводить регулярную независимую оценку на основе корреляционного анализа между перечнем ограничений, динамикой числа возгораний и затратами на ликвидацию последствий.

Проведённый анализ демонстрирует необходимость перехода от формального утверждения перечней ограничений к управлению на основе данных и чётких квалификационных алгоритмов. Внедрение нового подхода, цифровизация мониторинга и унификация практики привлечения к ответственности позволят повысить эффективность надзорной деятельности, снизить количество пожаров в критические периоды и оптимизировать ресурсы органов государственного пожарного надзора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование системы противопожарного нормирования в условиях евразийской интеграции / А. В. Белокобыльский, А. Н. Грачева, А. В. Новикова, Е. М. Григорьева // Сборник материалов VII научно-практической конференции "Ройтмановские чтения" : Сборник материалов VII научно-практической конференции, Москва, 28 февраля 2019 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2019. – С. 51-55. – EDN SDAIFE.

2. Государственный надзор МЧС России в 2024 г.: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 276 с. URL: <https://fireman.club/literature/gosudarstvennyj-nadzor-mchs-rossii-v-2024-godu/> (дата обращения: 24.04.2026)

3. Еникеев Р. Ш., Макеев А. А., Порошин А. А., Козырев Е. В. Риск-ориентированный подход деятельности государственного пожарного надзора // Материалы XXIX Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. В 2 ч. 2017. С. 50-58.

4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 09.04.2026).

5. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 03.02.2025) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

6. Федеральный закон "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" от 31.07.2020 N 248-ФЗ (последняя редакция).

7. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г.: информационно-аналитический сборник / А. А. Козлов, П. В. Полехин, М. В. Шевцов [и др.]. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.

8. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 09.04.2026).

9. Проблемы разработки условий особого противопожарного режима / С. В. Федосов, М. Ю. Бабушкин, А. А. Лазарев, Д. Е. Цветков // Пожарная безопасность. – 2024. – № 2(115). – С. 74-83. – DOI 10.37657/vniipo.pb.2024.115.2.008. – EDN SIXJTS.

УДК 614.84

М.С. Макаров, Н.М. Панев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: БАЛАНС МЕЖДУ СОХРАННОСТЬЮ И СОВРЕМЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: в статье исследуется проблема правового регулирования пожарной безопасности электроустановок объектов культурного наследия в условиях противоречия между требованиями сохранности архитектурной подлинности и императивными нормами пожарной безопасности. Анализируются изменения законодательства 2024-2025 годов, выявляются правовые коллизии и предлагаются направления совершенствования нормативной базы.

Ключевые слова: объекты культурного наследия, пожарная безопасность электроустановок, правовое регулирование, императивные нормы, сохранность имущества.

M.S. Makarov, N.M. Panev

FIRE SAFETY OF ELECTRICAL INSTALLATIONS OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS: BALANCE BETWEEN SAFETY AND MODERN FIRE SAFETY REQUIREMENTS

Abstracts: the article examines the problem of legal regulation in fire safety of electrical installations in cultural heritage objects in the context of the contradiction between the requirements for the preservation of architectural authenticity and imperative fire safety standards. Changes in the legislation of 2024-2025 are analyzed, legal conflicts are identified and directions for improving the regulatory framework are proposed.

Keywords: objects of cultural heritage, fire safety, electrical protection, legal regulation, imperative standards, safety of property.

Статистика пожаров свидетельствует о том, что в 2024 году в Российской Федерации произошло более 347 тысяч пожаров, из которых 64 795 случаев (18,6 %) произошли по причине аварийного режима работы электрооборудования. При этом каждый пятый пожар в исторических зданиях связан с неисправной электропроводкой или нарушением правил эксплуатации электросетей. Электрооборудование остаётся одним из основных источников возгораний в исторических зданиях, что подтверждается данными ВНИИПО МЧС России [1].

Актуальность темы исследования обусловлена противоречием между необходимостью сохранения историко-архитектурной подлинности объектов культурного наследия (далее – ОКН) и императивными требованиями современной пожарной безопасности (далее – ПБ). С 15 апреля 2024 года вступили в силу изменения в Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия», которые расширили возможности проведения работ на охраняемых территориях [3]. Одновременно с 1 сентября 2025 года вступили в силу изменения в Правила противопожарного режима, которыми скорректирован перечень запретов для ОКН, в том числе в части использования чердаков, подвальных и цокольных этажей, а также установили новые требования к содержанию эвакуационных путей и применению открытого огня на территориях памятников [2]. Согласно статье 40, требования ПБ должны применяться с учётом особенностей ОКН [3].

Цель данного исследования – комплексный анализ правового регулирования в области ПБ электроустановок ОКН и выявление путей оптимизации баланса между их сохранностью и требованиями ПБ.

Научная новизна данной исследования состоит в комплексном анализе требований ПБ к электроустановкам ОКН как самостоятельного правового института в контексте требований ПБ с учетом нормативных изменений 2024-2025 годов, включая конкретные положения Постановления Правительства № 90 и разъяснения МЧС о применении требований ПБ к ОКН [2, 4].

Правовое регулирование ПБ электроустановок ОКН строится на системе взаимосвязанных нормативных актов федерального и ведомственного уровня. Основу составляет вышеупомянутый Федеральный закон [3], определяющий общие принципы охраны ОКН (памятников истории и культуры) народов РФ. Специальные требования ПБ установлены Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5].

Для объектов религиозного назначения действует специализированный свод правил СП 388.1311500.2018 «Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности» [6], разработанный в соответствии с [5] и учитывающий специфику эксплуатации храмов, монастырей и иных культовых сооружений.

Ключевая правовая коллизия заключается в том, что Федеральный закон [5] устанавливает императивные требования ПБ к электроустановкам, которые часто невозможно реализовать без нарушения предметной охраны ОКН. В частности, для защиты людей от поражения электрическим током все металлические части электрооборудования подлежат заземлению [7]. Однако в исторических зданиях прокладка заземляющих проводников часто требует вмешательства в конструктивные элементы, что недопустимо с точки зрения сохранности подлинных материалов.

СП 388.1311500.2018 устанавливает, что ОКН религиозного назначения подлежат оборудованию техническими средствами систем обеспечения ПБ в соответствии с требованиями [5, 6]. При этом предусмотрены следующие требования ПБ к электроустановкам:

- 1) устройство систем молниезащиты с минимальным визуальным воздействием;
- 2) применение скрытой электропроводки в специальных защитных каналах;
- 3) установка устройств защитного отключения с повышенной чувствительностью;
- 4) регулярный мониторинг состояния изоляции электропроводки.

Для ОКН предусмотрен особый режим применения требований ПБ [5]. МЧС России разъяснило вопросы применения требований ПБ к ОКН при проведении работ по их сохранению в Письме МЧС России [4], которое уточняет, что к существующим ОКН, запроектированным и построенным в соответствии с ранее действовавшими нормативными требованиями, при их вовлечении в хозяйственный оборот применимы требования только при наличии оснований, предусмотренных статьями 1, 4, 6 и 80 (в части объёма работ по сохранению) [5]. При этом содержание ОКН должно осуществляться в соответствии с положениями Правил [2], а при проведении работ по сохранению положения нормативных документов по ПБ следует применять в части, не изменяющей предмет охраны ОКН либо, если предмет охраны не определён – в ча-

сти, не изменяющей облик, объёмно-планировочные и конструктивные решения объекта.

Анализ судебной практики 2024–2025 годов выявляет устойчивую тенденцию к приоритету требований ПБ над сохранностью архитектурных элементов. К примеру, в решении по делу установлено, что ОКН пострадал в результате пожара, что повлекло обязательства по восстановлению [8]. Арбитражный суд Астраханской области в 2024 году рассмотрел иск региональной службы государственной охраны ОКН о восстановлении сгоревшего памятника архитектуры [9].

Генеральная прокуратура РФ осуществляет надзор за исполнением законодательства об охране ОКН. В Верховном Суде РФ состоялось рассмотрение дела, инициированного Главным управлением культурного наследия Московской области, в рамках которого оспаривалась необходимость защиты памятников архитектуры [10].

Результаты проведенного исследования позволяют сформулировать следующие заключения:

1. Актуальность рассматриваемой проблемы подтверждается статистическими данными: в 2024 году 18,6 % от общего числа возгораний на ОКН были вызваны неисправностью электротехнического оборудования.

2. Анализ НПБ выявил противоречия между требованиями, направленными на обеспечение сохранности архитектурной подлинности, и императивными нормами ПБ, что требует законодательного урегулирования [3, 5].

3. Судебная практика демонстрирует устойчивую тенденцию к приоритету требований ПБ над сохранением архитектурных элементов, что подтверждается решениями судов различных инстанций [8, 9, 10]. При этом разъяснения МЧС России [4] создают правовую основу для применения дифференцированного подхода: требования [5] применяются к ОКН лишь в той мере, в которой они не затрагивают предмет охраны, что способствует достижению баланса между обеспечением сохранности и выполнением норм ПБ.

Таким образом, комплексный подход к правовому регулированию ПБ электроустановок ОКН, основанный на системном анализе законодательных изменений и судебной практики, является необходимым условием для обеспечения ПБ без ущерба для культурного достояния РФ. Дальнейшее совершенствование нормативной базы должно быть направлено на устранение выявленных правовых коллизий и создание гибких механизмов применения требований ПБ к историческим зданиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика пожаров и их последствий за 2024 год. URL: <https://fireman.club/literature/statistika-pozharov-i-ih-posledstvij-za-2024-god/> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 03.02.2025) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения: 08.04.2026).
3. Федеральный закон "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 № 73-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/ns_doc_LAW_37318/ (дата обращения: 08.04.2026).
4. Письмо МЧС России от 10 декабря 2024 г. № 43-7915-19 О применении требований пожарной безопасности к объектам культурного наследия при проведении работ по их сохранению. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7541> (дата обращения: 08.04.2026).
5. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 08.04.2026).
6. Свод правил СП 388.1311500.2018 "Объекты культурного наследия религиозного назначения. Требования пожарной безопасности" (утв. приказом МЧС России от 13.08.2018 № 332) ГАРАНТ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_311449/729ae492166769b2c8e01c88535dc150773b0638/ (дата обращения: 08.04.2026).
7. "Правила устройства электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2" (утв. Минтопэнерго России 06.10.1999) (ред. от 20.12.2017). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91546/c6d0b948104c2fc4b969f98963942df35b0d37cb/ (дата обращения: 08.04.2026).
8. Решение по делу № 2-4941/2024 от 23.01.2025. URL: <https://www.zakonrf.info/gorsud/doc-88370770-41ef-577a-9e51-6d9fdf916fa6/> (дата обращения: 08.04.2025).
9. Суд обязал восстановить сгоревший памятник архитектуры на Советской в Астрахани. URL: <https://astrakhanpost.ru/sud-obyazal-vosstanovit-sgorevshij-pamyatnik-arxitektury-na-sovetskoj-v-astraxani/> (дата обращения: 08.04.2026).
10. Определение Судебной коллегии по гражданским делам ВС Российской Федерации от 19.11.2024 N 4-КГ24-61-К1 (УИД 50RS0039-01-2023-008009-27). URL: <https://legalacts.ru/sud/opredelenie-sudebnoi-kollegii-po-grazhdanskim-delam-verkhovnogo-suda-rossiiskoi-federatsii-ot-19112024-n-4-kg24-61-k1-uid-50rs0039-01-2023-008009-27/> (дата обращения: 08.04.2026).

УДК 614.8

А.Д. Маргарян, А.Х. Салихова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСОВ
ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА
НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

Выбранная тема актуальна. и обусловлено это необходимостью решения существующих проблем организации и осуществления государственного надзора на опасных производственных объектах. На основе анализа современных научных источников и правоприменительной практики выделены ключевые проблемные аспекты: разграничение понятий «контроль» и «надзор», вопросы идентификации объектов, методологическое обеспечение надзорной деятельности на производственных объектах.

Ключевые слова: промышленная безопасность, пожарная безопасность, контроль, надзор, Ростехнадзор, риск-ориентированный подход

A.D. Margaryan, A.Kh. Salikhova

**ANALYSIS OF PROBLEM ISSUES IN THE IMPLEMENTATION
OF STATE SUPERVISION AT HAZARDOUS INDUSTRIAL FACILITIES**

The topic chosen is relevant and is driven by the need to address existing issues in the organization and implementation of state supervision at hazardous industrial facilities. Based on an analysis of modern scientific sources and law enforcement practices, key problematic aspects are identified: the distinction between the concepts of "control" and "supervision," facility identification issues, and methodological support for supervisory activities at industrial facilities.

Keywords: industrial safety, fire safety, control, supervision, Rostekhnadzor, risk-based approach

В современной производственной деятельности человека приобретает значимую роль пожарная безопасность из-за возрастания техногенной опасности. В связи с чем должна эффективно действовать система надзорной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности на опасных производственных объектах. Но имеется ряд вопросов, например, рациональное использование кадрового состава, материальных ресурсов, привлечение инвестиций и др., решение которых позволит увеличить эффективность по вопросам взаимоотношений субъектов в системе безопасности.

Актуальность исследования объясняется повышенной пожарной опасностью производственных объектов, так как на этих объектах обращается большое количество легковоспламеняющихся, горючих жидкостей, горючих газов, и других веществ и материалов, способных воспламеняться, гореть и взрываться. Также эти объекты характеризуются сложностью технологических процессов, большой оснащённостью электрическими установками и другим технически сложным оборудованием. За последние год произошёл рост количества пожаров в зданиях производственного назначения, следовательно, требуется совершенствовать как систему обеспечения пожарной безопасности, порядок осуществления профилактической работы на промышленных предприятиях, так и порядок осуществления контрольных (надзорных) мероприятий.

Пожарная безопасность является ключевым фактором устойчивого развития экономики и защиты жизни граждан. Однако существующая система надзора сталкивается с рядом системных проблем, требующих научного анализа и практических решений.

В преобладающем большинстве случаев пожары и аварийные ситуации, сопровождающиеся пожарами на производственных объектах, происходят из-за недостаточного уровня управления, низкой квалификации руководителей и работников предприятия, недостаточного производственного контроля, несоблюдения правил технологической дисциплины, пренебрежения, а иногда и умышленного игнорирования требований безопасности.

Стоит отметить, что, несмотря на то, что с внедрением риск-ориентированной модели количество плановых проверок снижается, а требования к подконтрольным организациям остаются высокими [1].

Современная нормативно-правовая база характеризуется избыточностью и дублированием требований. Например, в сфере охраны труда действуют положения трудового законодательства, санитарно-эпидемиологических норм и правил промышленной безопасности, что создаёт административные барьеры для бизнеса. Требуется гармонизация законодательства с учётом международных стандартов и внедрение «регуляторной гильотины» для устранения устаревших норм. Выделим существующие организационные недостатки.

1. Недостаток кадров. В регионах наблюдается дефицит государственных инспекторов по пожарному надзору (далее – инспектор). Например, в Белгородской области 1200 предприятий газораспределения обслуживают всего 6 инспекторов, что приводит к межпроверочному периоду до 5 лет.

2. Формальный подход к производственному контролю. На многих предприятиях контроль сводится к выявлению нарушений и выдаче предписаний, без системного мониторинга безопасности.

3. Зависимость экспертов от заказчиков. Это порождает практику выдачи исключительно положительных заключений при экспертизе безопасности, снижая её объективность.

В условиях современного состояния промышленности, технологического оборудования существуют и технологические риски такие, как:

1. Износ оборудования. По данным Ростехнадзора, около 60–70 % оборудования на опасных производственных объектах отработало нормативные сроки, что повышает риск аварий.

2. Недостаток средств неразрушающего контроля. Многие экспертные организации не имеют лабораторий и оборудования для качественной диагностики технических устройств.

3. Отсутствие цифровых инструментов. Отсутствует единая система для отслеживания процессов контроля и анализа данных, что затрудняет прогнозирование рисков [2, 3].

Обзор предписаний органов ГПН по итогам плановых проверок состояния пожарной безопасности на промышленных предприятиях позволил нам составить перечень типовых нарушений, связанных с возможной причиной возникновения пожаров. Среди них отмечают следующие:

- использование неисправного или не сертифицированного электрооборудования;
- нарушение правил противопожарного режима при проведении пожароопасных работ;
- нарушение правил противопожарного режима при обращении с огнем, в том числе курение в запрещенных местах;
- нарушение правил эксплуатации систем отопления.

Основными нарушениями, связанными с обеспечением безопасности людей, на производственных объектах являются:

- ненадлежащее содержание путей эвакуации и эвакуационных выходов;
- неисправное состояние, ненадлежащее техническое обслуживание автоматических систем обнаружения пожара и оповещения людей;
- ограничение в период хозяйственной деятельности работоспособности систем противопожарной защиты.

Типовые нарушения на производственных объектах, связанные с ограничением распространения пожара, следующие:

- отсутствие противопожарных дверей в дверных проемах пожароопасных помещений;
- выделение пожароопасных помещений преградами с ненадлежащим пределом огнестойкости;
- неисправность механизмов самозакрывания дверей в эвакуационных лестничных клетках и коридорах.

Типовыми нарушениями, связанными с необеспечением надлежащих условий тушения возможного пожара, в производственных и складских зданиях являются:

- недостаточное количество первичных средств пожаротушения, отсутствие пожарных рукавов и стволов в пожарных кранах;
- создание условий, препятствующих проезду и подъезду пожарной техники к объекту защиты;
- ненадлежащее содержание и обслуживание пожарных лестниц и ограждений кровли [4].

Соблюдение противопожарного режима и своевременное устранение нарушений требований пожарной безопасности на объектах промышленного сектора экономики исключают возможность возникновения пожаров и обеспечивают ограничение их последствий, тем самым повышается социально-экономическое благополучие государства.

Эффективность деятельности органов ГПН по предупреждению пожаров во многом определяется правильностью анализа состояния пожарной опасности производственных объектов, правильностью анализа динамики изменения показателей пожарной опасности этих объектов и причин пожаров. Анализ состояния пожарной опасности по первичным статистическим данным неполон и может приводить к неправильным выводам. Согласно существующей системе причины пожаров, в основном, носят режимный характер, т.е. наступают вследствие нарушения противопожарного режима, без учета состояния технологического оборудования и правильной его эксплуатации. Поэтому предлагается усовершенствовать статистический учет пожаров, а именно ввести разделение причин пожаров для объектов различного класса функциональной пожарной опасности, а также по категориям риска, что в настоящее время актуально с применением риск-ориентированного подхода.

Авторами на основе изучения и обобщения трудов, посвященных исследованиям обеспечения пожарной безопасности, контроля за состоянием пожарной и промышленной безопасности, предлагаются следующие направления совершенствования надзорной деятельности в области пожарной безопасности опасных производственных объектов:

1. Внедрение риск-ориентированного подхода. Концентрация ресурсов на объектах с высоким уровнем риска, сокращение плановых проверок для низкорисковых предприятий.
2. Цифровизация надзорных процедур. Создание единой информационной системы для мониторинга, анализа данных и прогнозирования рисков.
3. Повышение квалификации специалистов. Разработка образовательных программ для инспекторов и экспертов, содержащих основные сведения об опасности типовых технологических процессов и обеспечении пожарной безопасности (состав систем предотвращения пожара и противопожарной защиты объектов, технологического оборудования).
4. Совершенствование экспертизы. Введение обязательной государственной аккредитации экспертных организаций, ужесточение требований к квалификации экспертов.

5. Автоматизация производственного контроля. Внедрение систем дистанционного мониторинга и чек-листов для раннего выявления опасных ситуаций [5].

Решение проблем надзора требует комплексного подхода, включающего реформирование законодательства, цифровизацию процессов, повышение квалификации кадров и акцент на превентивные меры. Внедрение предложенных мер позволит снизить аварийность и повысить эффективность контроля за состоянием пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салихова А.Х., Кулаков М.В., Леонтьев М.А. Анализ факторов вероятного возникновения и развития угроз промышленной безопасности предприятия // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2021. - С. 337-341.

2. Безъязычный А. Ю. Проблемы обеспечения проведения плановых контрольно-надзорных мероприятий в области промышленной безопасности // Вестник магистратуры. 2015.

3. Третьяк Л. П., Третьяк А. Д. Способы повышения эффективности производственного контроля // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2023. № 1.

4. Салихова А.Х., Сарайкин Н.Е., Азжеурова А.В. Совершенствование организационно-технических мероприятий в области пожарной безопасности на производственных объектах // Пожарная и аварийная безопасность. сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. - С. 226-231.

5. Фатхутдинов Р. И. Совершенствование системы производственного контроля промышленной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазодобывающей отрасли: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 2022.

УДК 614.835-544.2

Д.В. Мартыненко, О.С. Романова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА, НАПРАВЛЕННАЯ НА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ГИБЕЛИ И ТРАВМИРОВАНИЯ ДЕТЕЙ НА ПОЖАРАХ

Аннотация: Профилактическая работа по предотвращению пожаров с участием детей — это система разнообразных мер, которые помогают снизить количество возгораний и число пострадавших среди несовершеннолетних. Её главная задача — это

не просто реагировать на уже случившиеся происшествия, а заранее выявлять и устранять всё, что может спровоцировать пожар и подвергнуть детей опасности: от конкретных причин до условий и факторов риска.

Ключевые слова: надзорные и профилактические мероприятия, несовершеннолетние, предотвращение пожаров.

D.V. Martinenko, O.S. Romanova

PREVENTIVE MEASURES AIMED AT PREVENTING CHILDREN FROM DYING OR BEING INJURED IN FIRES

Abstracts: Preventive work to prevent fires involving children is a system of various measures that help reduce the number of fires and the number of victims among minors. Its main objective is not just to respond to incidents that have already occurred, but to identify and eliminate in advance everything that can cause a fire and put children in danger, from specific causes to conditions and risk factors.

Keywords: supervisory and preventive measures, minors, and fire prevention.

Профилактическая работа, направленная на предупреждение гибели и травмирования детей на пожарах, является весьма актуальной проблемой для научных исследований. Данное направление предусматривает разработку системы для усовершенствования механизма профилактики детей на пожарах. Связано это, в первую очередь, с тем, что ребёнок школьного и дошкольного возраста не является сформировавшейся личностью и не обладает базовыми познаниями о необходимых действиях в случае пожара. Основная проблема закладывается в эмоциональном восприятии ребенка на происходящие опасные ситуации, а также на совершаемые ими действия. Как показывает практика, как ребёнок поведёт себя в стрессовой ситуации, зависит от того, насколько он напуган и как оценивает опасность. Часто в такие моменты у детей, как и у взрослых, появляется прилив сил — они готовы что-то делать. Но иногда бывает наоборот: страх настолько сильный, что ребёнок не может справиться с силами и просто ищет, где спрятаться. Ещё одна особенность — дети могут начать повторять за другими, даже не понимая, что происходит. Поэтому очень важно, чтобы рядом был кто-то, кто подскажет, как действовать. В данной статье рассмотрим пути решения данных проблем и как можно усовершенствовать существующий механизм профилактики.

Рассматривая данную тематику, можно выделить два ключевых аспекта: первое, это пожарная профилактика с целью недопущения детьми нарушений требований пожарной безопасности, а также по недопущению возникновения пожара, а второе, это непосредственные действия детей в случае возникновения пожара. Как ранее было сказано, дошкольники и младшие школьники часто не понимают, насколько опасна ситуация при пожаре, а также у детей отсутствует понимание какие могут быть последствия в результате неосторож-

ного обращения с огнём. Охваченные страхом, они впадают в панику и ждут, что взрослые их спасут, вместо того чтобы попытаться выбраться из опасной зоны. При этом многие верят, что «всё как-нибудь обойдётся само собой». В стрессе дети действуют импульсивно и, к сожалению, это приводит к необдуманным действиям с их стороны, а именно пытаться прятаться от пожара, бежать туда, куда не следует бежать, то есть выбирают места, которые могут оказаться ловушкой. К сожалению, немало пожаров случается из-за детского любопытства: спички и зажигалки нередко воспринимаются как забавная игрушка. Для ребёнка свойственно любопытство, он хочет посмотреть, что будет, если он сделает так, тем самым, приводя это к серьёзным последствиям [1]. Ещё одна проблема, которая имеет место быть — это подражание взрослым: копируя их действия, дети могут неправильно и ненадлежащим образом выполнять те или иные действия, которые могут привести к возникновению пожара, в том числе и с открытым огнём. При этом родители редко обсуждают с детьми правила пожарной безопасности и не объясняют, к чему может привести детская шалость с огнём, а также не поясняют действия в случае возникновения пожара. И это критически важный пробел в воспитании.

С целью разрешения данной проблемы, с детьми проводятся различные базовые профилактические мероприятия, заключающиеся в беседах. Субъектами профилактики выступают не только представители МЧС России, но а также представители МВД России, Росгвардии, органы государственной и исполнительной власти субъекта РФ и органы местного самоуправления, педагоги, воспитатели и т.д. Исходя из несформировавшегося мышления у ребёнка, проведение профилактических бесед не является достаточно продуктивным мероприятием, т.к. ребёнок может не совсем правильно воспринять информацию или вовсе её не воспринять.

В дополнение к профилактическим беседам, во многих организациях реализуется комплекс образовательных и практических мероприятий: организуются целевые прогулки и экскурсии в пожарную часть, в ходе которых воспитанники знакомятся с профессиональной деятельностью пожарных и специальной техникой; в рамках занятий по изобразительной деятельности и в ходе свободной деятельности дети создают творческие работы (рисунки, аппликации, конструкции) на тематические темы, которые затем экспонируются в фойе детского сада; на специально организованных занятиях проводятся познавательные, викторины и блицтурниры по вопросам пожарной безопасности; в свободное время воспитанники участвуют в дидактических, настольных и сюжетно-ролевых играх и знакомятся с художественной литературой соответствующей тематики; ежеквартально проводятся практические эвакуационные мероприятия с детьми.

Как показывает практика, детям (особенно дошкольного возраста) больше подходит наглядная форма донесения информации, и они лучше усваивают информацию через зрительные образы [2]. В настоящее время, всё больше в

повседневную деятельность внедряются информационные технологии. Поэтому, большинство детей уже с раннего возраста умеют пользоваться мобильными устройствами. Учитывая данный факт, и применяя для профилактики пожара такие мероприятия как показ увлекательных мультипликационных роликов, которые не просто развлекают, а учат детей правилам пожарной безопасности, оставляют в памяти у детей значительно больше информации[3]. Такой подход помогает решить сразу две задачи, а именно те самые два ключевых аспекта: в доступной и интересной форме объясняют, откуда берётся пожар и чем он опасен и показывают, что делать, если пожар всё-таки возник.

Даже если ребёнок не запомнит все детали, главные правила останутся в памяти надолго. Поэтому внедрение подобных образовательных видео в школах и детских садах, а также проведение комплекса мероприятий в визуальной форме — важный шаг в профилактике чрезвычайных ситуаций.

В заключении можно отметить, что именно проведение профилактики пожаров в зрительной форме является основополагающим направлением. Безусловно, реализация комплекса наглядных мероприятий и современные информационные технологии представляют собой эффективный инструмент в системе мер по профилактике гибели детей при пожарах. Правильность их применения позволяет повысить уровень осведомлённости несовершеннолетних о правилах пожарной безопасности и сформировать у них навыки адекватного поведения в чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выготский Л.С. Вопросы детской психологии. – М. 2015. 224 с.
2. Шарова О.Г. Основы пожаробезопасного поведения. –СПб.: Петро-РИФ, 2017. 95 с.
3. Шорыгина Т.А. Осторожные сказки. Безопасность для малышей. – М.: Книголюб, 2013. 80 с.

УДК 614.84

*О.С. Маторина, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова, А.А. Кондашов,
Т.А. Шавырина*

ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ОБЪЕКТОвой ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОСНАБЖЕНИЮ

Аннотация: Предложен порядок определения количества основных пожарных автомобилей для оснащения объектов подразделений пожарной охраны с учетом требований к системе противопожарного водоснабжения для обеспечения необходимого расхода воды на наружное пожаротушения и ряда других факторов.

Ключевые слова: пожарная охрана, расход воды, одновременные пожары, пожарный автомобиль, пожарная опасность.

*O.S. Matorina, E.V. Bobrinev, E.Yu. Udavtsova, A.A. Kondashov,
T.A. Shavyrina*

CALCULATION OF THE NUMBER OF MAIN FIRE TRUCKS FOR OBJECT FIRE PROTECTION, TAKING INTO ACCOUNT THE REQUIREMENTS FOR FIRE WATER SUPPLY

Abstracts: The procedure for determining the number of basic fire trucks for equipping facility fire departments has been proposed. This takes into account the requirements for the fire water supply system to ensure the necessary water flow for external firefighting and a number of other factors.

Keywords: fire department, water consumption, simultaneous fires, fire truck, fire danger.

В настоящее время для расчета ресурсной обеспеченности объектов подразделений пожарной охраны используется методика, утвержденная приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700. В целях совершенствования вышеназванной методики в настоящей работе рассмотрен подход к определению необходимого количества основных пожарных автомобилей (далее – ОПА) в объектовых подразделениях пожарной охраны (далее – ОППО) с учетом требований к системе противопожарного водоснабжения и некоторых других факторов.

Источниками водоснабжения являются любые места, где имеется достаточный объем воды для удовлетворения оперативных потребностей в тушении пожаров.

Вода, используемая в этой операции (тушении пожаров), может поступать из природных источников, таких как озера, моря и т. д. реки и искусственные источники, такие как водохранилища, плотины и пруды и пожарных гидрантов. В конечном итоге, для эффективного функционирования пожарных гидрантов необходимо также эффективное водоснабжение. В такой системе вода не нуждается в очистке, поскольку её основная задача — хранение воды для тушения пожаров, а не для потребления человеком.

Использование дождевой воды в качестве огнетушащего вещества — один из возможных способов её применения, учитывая, что эта задача менее приоритетна, чем обеспечение населения водой, что позволяет использовать воду вторичного качества для резервного резервуара для пожаротушения.

Внедрение систем сбора дождевой воды для непитьевых нужд снижает потребление питьевой воды, предотвращает наводнения, нормирует водоснабжение и сохраняет окружающую среду. Этот устойчивый подход приносит значительные выгоды сообществу и экосистеме.

Сбор дождевой воды происходит во время выпадения осадков, часто через такие поверхности, как крыши и покрытия. Однако сбор дождевой воды также возможен в таких местах, как водопроницаемые покрытия, террасы, плиты и другие водопроницаемые пространства.

Дождевая вода является жизнеспособным и эффективным альтернативным источником водоснабжения для пожарного резерва [1],

Количество ОПА для оснащения ОППО определяется с учетом требуемого расхода воды на наружное пожаротушение зданий и сооружений и возможного количества одновременных пожаров. При этом вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие технические и оперативные характеристики предприятия:

$$Q_{mp} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot N_{одн} \cdot Q_{расх}, \quad (1)$$

где $N_{одн}$ — возможное количество одновременных пожаров на предприятии, которое определено на основе анализа статистики пожаров по отраслям экономики в зависимости от численности персонала и приведено в таблице;

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

*Таблица. Количество одновременных пожаров
на производственных объектах*

Отрасль экономики	Численность персонала, тыс. чел.														
	0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-60	60-70	70-80
Электроэнергетика	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
в том числе атомная промышленность	-	-	-	-	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-
Черная металлургия	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Химическая и нефтехимическая промышленность	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Машиностроение и металлообработка	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Промышленность строительных материалов	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Легкая промышленность	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Пищевая промышленность	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Сельское хозяйство	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	-	-	-
Топливная промышленность	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
в том числе транспортировка нефти и нефтепродуктов	1	1	1	1	1	1	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Цветная металлургия	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Транспорт	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4
в том числе авиационная промышленность	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Строительство	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Судостроение и судоремонт	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Угольная промышленность	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Иные	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

$Q_{расх}$ – расход воды на наружное пожаротушение в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности, л/с;

k_1 – данный коэффициент зависит от величины безразмерного вычислительного комплекса $U_{ПО}$ [2], который характеризует пожарную опасность производственного объекта. Величина $U_{ПО}$ зависит от показателей пожарной опасности (количества пожаров, погибших и травмированных при пожарах, материального ущерба) для конкретной отрасли производства, и технико-экономических особенностей самого производственного объекта:

- если значение $U_{ПО}$ меньше 0,65 коэффициент k_1 равен 1;
- если значение $U_{ПО}$ лежит в интервале от 0,65 до 0,85, то k_1 равен 1,1;
- для больших значений $U_{ПО}$ коэффициент k_1 равен 1,2;

k_2 – коэффициент, учитывающий однородность средств пожаротушения. При использовании однородных средств пожаротушения коэффициент k_2 равен 1. При использовании неоднородных средств пожаротушения величина коэффициента k_2 зависит от концентрации пенообразователя. При концентрации пенообразователя в 1 % коэффициент k_2 равен 1,01, для концентрации 3 % и 6 % коэффициент k_2 равен 1,03 и 1,06 соответственно;

k_3 – коэффициент зависит от расстояние между наиболее удаленными зданиями и сооружениями производственного объекта и местом расположения территориального ППО, исходя из требований части 1 статьи 76 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». При выполнении требований статьи 76 коэффициент k_3 равен 1, в противном случае коэффициент k_3 равен 1,2;

k_4 – коэффициент, учитывающий наличие в пределах 5-км зоны от границы производственного объекта безводных участков. При наличии безводных участков коэффициент k_4 равен 1,4, в противном случае коэффициент k_4 равен 1.

Количество ОПА ($N_{па}$, ед.) для комплектования ОППО определяется по формуле:

$$N_{па} = \left[\frac{Q_{тр} + Q_3}{k_{из} \cdot q_{пр}} \right], \quad (2)$$

где $Q_{тр}$ – требуемый расход воды на наружное пожаротушение зданий и сооружений производственного объекта, л/с. Определяется по формуле (1);

Q_3 – требуемый расход воды для защиты от возгорания смежных зданий и сооружений производственного объекта, л/с. Данный показатель рекомендуется брать равным половине от значения величины $Q_{тр}$. При наличии и работоспособности систем автоматического пожаротушения в зданиях и сооружениях производственного объекта величина Q_3 принимается равной 20 % от расчетной величины $Q_{тр}$;

$q_{пр}$ – производительность пожарного насоса, установленного на ОПА, л/с;

$k_{из}$ – коэффициент учета износа пожарного насоса, принимается равным 0,8. Для ОПА, эксплуатируемых более 10 лет принимается равным 0,5;

[...] – математическая операция округления до ближайшего целого.

Представленные в статье результаты использованы для подготовки новой редакции методики расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в организациях, утвержденной приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700 [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carvalho, T. Aproveitamento de água da chuva para abastecimento da Reserva Técnica de Incêndio da Escola Superior de Tecnologia / T. Carvalho, E. Braga // Contribuciones a las Ciencias Sociales. – 2024. – V. 17, I. 2. – P. e5345. DOI:10.55905/revconv.17n.2-263
2. Кондашов, А.А. Разработка вычислительного комплекса для оценки пожарной опасности производственных объектов с учетом их характеристик / А.А. Кондашов // Безопасность техногенных и природных систем. – 2025. – Т. 9. № 3. – С. 185-195. DOI 10.23947/2541-9129-2025-9-3-185-195.
3. Формирование информационной базы для расчета ресурсного обеспечения пожарной охраны по защите организаций от пожаров / П.А. Марахов, А.А. Порошин, О.В. Стрельцов и др. // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 3(52). – С. 22-29.

УДК 614.841.3:331.45:004.8

Р.А. Машуков

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени В. Даля»

**ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАЩИЩЁННОСТИ РАБОТНИКА
ОТ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ФАКТОРОВ КАК ИНСТРУМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-ПРАВОВОГО УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СИСТЕМ**

Аннотация: В статье предложена концепция интегрального показателя защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов производственной среды. Показатель представляет собой математическую модель, объединяющую оценку вероятности возникновения пожара или взрыва, тяжести их последствий, эффективности технических (включая цифровые системы противопожарной защиты) и организационно-правовых мер, а также уровень правосознания и готовности персонала к соблюдению требований пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, взрывопреупреждение, интегральный показатель защищённости, цифровая трансформация, интеллектуально-правовое управление, риск-ориентированный подход, системы противопожарной защиты, правосознание.

R.A. Mashukov

INTEGRAL INDICATOR OF WORKER PROTECTION AGAINST FIRE AND EXPLOSION HAZARDS AS A TOOL FOR INTELLECTUAL AND LEGAL RISK MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF FIRE PROTECTION SYSTEMS

Abstracts: The article proposes a concept of an integral indicator of worker protection against fire and explosion hazards in the industrial environment. This indicator is a mathematical model integrating the assessment of the probability of fire or explosion, the severity of their consequences, the effectiveness of technical (including digital fire protection systems) and organizational-legal measures, as well as the level of legal awareness and readiness of personnel to comply with fire safety requirements.

Keywords: fire safety, explosion prevention, integral indicator of protection, digital transformation, intellectual and legal management, risk-based approach, fire protection systems, legal awareness.

Внедрение цифровых технологий в системы обеспечения пожарной безопасности создаёт новую приборно-аналитическую базу для управления рисками. Современные объекты с массовым пребыванием людей, пожаровзрывоопасные производства оснащаются IoT-сенсорами (газоанализаторы горючих газов, дымовые извещатели, тепловизоры, датчики давления), системами машинного зрения для контроля за соблюдением правил пожарной безопасности, носимыми устройствами мониторинга состояния персонала, а также платформами цифровых двойников [1, 2]. Однако, как показывают исследования, эффективность применения этих технологий ограничена отсутствием методологии интегральной оценки защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов. Существующие коммерческие системы (например, «умные» каски, системы раннего обнаружения пожара) решают частные задачи, но не формируют единой метрики, объединяющей технические, человеческие и правовые аспекты [3, 4].

Актуальность работы подтверждается данными государственной статистики, так в 2024 году в РФ произошло 347 506 пожаров, при этом количество травмированных составило 8 350 человек, а прямые экономические потери от пожаров достигли 19,7 млрд руб. [5]. Более 60 % несчастных случаев на пожаровзрывоопасных объектах связаны с «человеческим фактором» (нарушение правил пожарной безопасности, неприменение средств защиты), при этом лишь около 30 % предприятий интегрируют данные с датчиков в систему управления пожарной безопасностью [6, 7]. Следовательно, существует объективная потребность в методологии, способной преобразовать разрозненные данные о технических параметрах, поведении работников и правовых нормах в единую количественную метрику состояния защищённости от пожарных рисков.

Постановка задачи. На основе анализа интеллектуально-правовых, вероятностных и технических детерминант требуется разработать интегральный показатель защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов (I_G), который должен учитывать вероятность реализации пожара или взрыва (P_i) и тяжесть последствий (U_i) для каждого фактора; эффективность технических (в том числе цифровых) средств противопожарной защиты – автоматических установок пожаротушения (далее – АУПТ), систем противодымной защиты, газоанализаторов и т.д.; организационно-правовые меры (наличие инструкций, обучение, система контроля) и интеллектуально-волевые аспекты (правосознание, готовность соблюдать правила пожарной безопасности).

Модель интегрального показателя защищённости от пожаровзрывоопасных факторов. Классическая модель риска $R = P \cdot S$ в условиях динамичной пожароопасной среды недостаточно полно отражают реальность из-за быстрого изменения вероятностей, зависимости тяжести последствий от правовых санкций и нивелирования эффективности защиты низким уровнем правосознания [8, 9].

Введём следующие группы опасных факторов (F):

- факторы, непосредственно приводящие к возникновению пожара (искры, перегрев, разгерметизация с образованием горючей среды).
- факторы, приводящие к взрыву (образование взрывоопасной концентрации пыли или газа, источник инициирования).
- факторы, затрудняющие эвакуацию и воздействующие на персонал при пожаре (дым, токсичные продукты горения, тепловой поток).

Для каждого фактора i определяются:

P_i – вероятность реализации (0...1), оцениваемая на основе статистики или данных датчиков;

U_i – нормированная тяжесть последствий (0...1), где 1 – гибель или тяжёлая травма с юридической ответственностью;

w_i – вес фактора (определяется экспертным или статистическим методом).

Коэффициент защищённости Z_i (0...1) выражается как произведение трёх компонентов (1):

$$Z_i = K_{Ti} \cdot K_{Oi} \cdot K_{Ni} \quad (2)$$

где K_{Ti} – эффективность технических средств противопожарной защиты (АУПТ, дымоудаление, газоанализаторы, блокираторы), Оценивается на основе технического состояния, частоты срабатываний, полноты охвата; K_{Oi} – эффективность организационно-правовых мер (наличие и актуальность инструкций, проведение противопожарных инструктажей, тренировок, система надзора); K_{Ni} – интеллектуально-волевой коэффициент (уровень правосознания,

внутренняя мотивация к соблюдению правил пожарной безопасности). Может оцениваться по результатам тестирования, анализу поведения с помощью систем видеоконтроля (с соблюдением законодательства о персональных данных).

Для факторов, связанных с поведенческими рисками (например, нарушение запрета на курение, отключение автоматики), техническая защита может отсутствовать, тогда $Z_i = K_{O_i} \cdot K_{H_i}$.

Скорректированный (остаточный) риск от i -го фактора определяется по (2):

$$R_i = w_i \cdot P_i \cdot U_i \cdot (1 - Z_i) \quad (2)$$

Интегральный показатель защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов вычисляется по (3):

$$I_G = 1 - \sum_{i=1}^n R_i = 1 - \sum_{i=1}^n (w_i \cdot P_i \cdot U_i \cdot (1 - Z_i)) \quad (3)$$

где $I_G \in [0,1]$. Значения, близкие к 1, соответствуют высокому уровню защищённости; $I_G < 0,5$ – критически низкий уровень, требующий немедленного вмешательства.

Пример расчёта для объекта хранения легковоспламеняющихся жидкостей (далее – ЛВЖ). Рассмотрим склад ЛВЖ с бензином. Выделены три основных опасных фактора:

1. F_1 – разлив ЛВЖ с последующим воспламенением от искры (статистическая вероятность $P_1 = 0,15$; тяжесть $U_1 = 0,95$ (гибель, уничтожение объекта); вес $w_1 = 0,5$).

2. F_2 – образование взрывоопасной концентрации паров в замкнутом объёме (например, в помещении насосной) с вероятностью $P_2 = 0,10$; $U_2 = 1,0$ (взрыв с тяжёлыми последствиями); $w_2 = 0,35$.

3. F_3 – отказ системы оповещения и дымоудаления, затрудняющий эвакуацию ($P_3 = 0,05$; $U_3 = 0,7$; $w_3 = 0,15$).

Оценка коэффициентов защищённости (на основе аудита):

по фактору F_1 – установлена автоматическая пенная пожаротушения ($K_T = 0,85$), инструкции и обучение персонала проведены ($K_O = 0,75$), уровень правосознания (отсутствие нарушений по данным видеоаналитики) $K_H = 0,80$. Тогда $Z_1 = 0,85 \cdot 0,75 \cdot 0,80 = 0,51$.

По фактору F_2 – установлены стационарные газоанализаторы паров бензина с пороговой сигнализацией ($K_T = 0,90$), регламент контроля соблюдается ($K_O = 0,80$), персонал мотивирован ($K_H = 0,85$).
 $Z_2 = 0,90 \cdot 0,80 \cdot 0,85 = 0,612$.

По фактору F_3 – система оповещения технически исправна, но не оснащена резервированием ($K_T = 0,7$), организационные меры (план эвакуации, регулярные тренировки) – $K_O = 0,6$, человеческий фактор – $K_H = 0,7$.
 $Z_3 = 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 0,294$.

Рассчитываем остаточные риски

$$R1 = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot (1 - 0,51) = 0,5 \cdot 0,15 \cdot 0,95 \cdot 0,49 = 0,0349;$$

$$R2 = 0,35 \cdot 0,10 \cdot 1,0 \cdot (1 - 0,612) = 0,35 \cdot 0,10 \cdot 0,388 = 0,0136;$$

$$R3 = 0,15 \cdot 0,05 \cdot 0,7 \cdot (1 - 0,294) = 0,15 \cdot 0,05 \cdot 0,7 \cdot 0,706 = 0,0037.$$

$$\sum_{i=1}^3 R_i = 0,0349 + 0,0136 + 0,0037 = 0,0522$$

Сумма рисков $I_G = 1 - 0,0522 = 0,9478$. Тогда

Полученное значение ($\approx 0,95$) соответствует высокому уровню защищённости. При этом наибольший вклад в остаточный риск вносит фактор разлива и воспламенения. Для дальнейшего повышения защищённости целесообразно улучшить показатели K_O (чаще проводить противопожарные тренировки) и K_H (усилить контроль за соблюдением режима).

Цифровая реализация и интеграция с системами противопожарной защиты. Для оперативного расчёта I_G в реальном времени необходима цифровая платформа, агрегирующая данные от датчиков газоанализаторов, тепловых и дымовых извещателей (через SCADA/PLC), от систем видеоконтроля (распознавание нарушений, нахождение в опасной зоне); от кадровых систем (даты инструктажей, результаты тестов), от правовых баз (актуальность нормативов).

Рекомендуется интеграция с автоматическими установками пожаротушения и дымоудаления: при снижении I_G ниже заданного порога (например, 0,7) формируется предупреждение диспетчеру, а при критическом уровне ($< 0,5$) может инициироваться аварийное отключение оборудования и включение систем флегматизации [10, 11].

Заключение. Предложен интегральный показатель защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов, учитывающий не только вероятностные и технические аспекты, но и организационно-правовые, а также человеческий фактор. Модель позволяет количественно оценивать состояние без-

опасности на пожароопасном объекте в динамике, выявлять «слабые места» в системах противопожарной защиты и обосновывать приоритетные мероприятия. Дальнейшие исследования должны быть направлены на апробацию модели на реальных объектах, разработку методик определения весовых коэффициентов и правовых рамок использования данных о поведении персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М. : Эксмо, 2016. – 208 с.
2. Kagermann H., Helbig J., Hellinger A. et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. – Frankfurt : National Academy of Science and Engineering, 2013.
3. Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Терехов А.Н. Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(61). – С. 25–36.
4. Chen C., Lee S.B.G., Huang G.G.Q. Digital Twin for Human-Robot Collaborative Workplaces: A Case Study on Ergonomics Assessment // IEEE Access. – 2023. – Vol. 11. – P. 12268–12278.
5. Ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». – М.: МЧС России, 2025. – 277 с.
6. Динамика структуры причин травматизма (по данным Роструда, 2023–2024 гг.). – URL: <https://s.vcot.info/document/poleznoe/media/5/66d99c1a16c0e568797996.pdf> (дата обращения: 20.04.2026).
7. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. – URL: https://letaibe.media/wp-content/uploads/2024/12/digital_otchet_indeks_2024_0212.pdf (дата обращения: 20.04.2026).
8. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков. – М. : Стандартиформ, 2010. – 16 с.
9. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva : ISO, 2018. – 65 p.
10. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум. – М. : Юрайт, 2025. – 721 с.
11. Алекперова С.Т., Ревазов А.М. Искусственный интеллект в прогнозировании комплексной безопасности объектов ТЭК : монография. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 122 с.

УДК 620.16

И.В. Медведев, Е.В. Зарубина*

*ООО «ЭКСПЕРТ», г. Киров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ КОЖУХОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ

Аннотация: модернизация защитных кожухов для повышения качества монтажа при защите системы пожарной автоматики от повреждений в соответствии с СП.

Ключевые слова: система пожарной автоматики, качество монтажа, защита системы пожарной автоматики.

I.V. Medvedev, E.V. Zarubina*

MODERNIZATION OF PROTECTIVE COVERS FOR FIRE AUTOMATION SYSTEMS

Abstracts: modernization of protective covers to improve the quality of installation and protect the fire automation system from damage in accordance with SP.

Keywords: fire automation system, installation quality, and fire automation system protection.

Модернизация защитных кожухов для систем пожарной автоматики представляет собой комплексный процесс, направленный на повышение эксплуатационной надёжности и эффективности монтажа, а также на обеспечение соответствия современным нормативным требованиям, включая СП 484.1311500.2020. В рамках данной модернизации особое внимание уделяется оптимизации конструктивных решений, выбору инновационных материалов, совершенствованию методов монтажа и тщательному учёту технической документации производителей. Эти меры позволяют не только повысить уровень защиты оборудования, но и обеспечить его долговечность и надёжность в эксплуатации, что является достаточно важным для обеспечения безопасности и эффективности систем пожарной автоматики.

Кожухи, предназначенные для обеспечения защиты технических систем и оборудования, должны соответствовать высоким стандартам устойчивости к механическим воздействиям, вандализму, а также к неблагоприятным климатическим условиям, таким как пыль и влага. В частности, сетчатые кожухи, изготовленные из стальной сетки с последующим нанесением порошкового покрытия, демонстрируют повышенную жёсткость и устойчивость к деформа-

циям, а также эффективно предотвращают коррозию. В контексте линейных дымовых извещателей (ИПДЛ), кожухи могут быть разработаны с учётом специфических конструктивных особенностей, минимизирующих риск попадания посторонних объектов в зону обнаружения. Это обеспечивает высокую степень надёжности и точности работы извещателей в различных эксплуатационных условиях.

При разработке и модернизации защитных кожухов необходимо учитывать специфику защищаемого оборудования, что позволяет обеспечить его максимальную защиту и функциональность. Для ручных пожарных извещателей (ИПР) особое внимание уделяется обеспечению свободного доступа к органам управления (рычагам, кнопкам) при сохранении высокого уровня защиты от механических воздействий и попыток несанкционированного вскрытия.

В случае эксплуатации оборудования в уличных условиях или влажных помещениях, кожухи должны обладать повышенной герметичностью и антикоррозийными свойствами. Например, использование оцинкованных покрытий позволяет значительно увеличить срок службы кожухов и обеспечить их устойчивость к воздействию влаги и агрессивных сред.

Использование высокопрочных и долговечных материалов значительно увеличивает эксплуатационный срок кожухов. Порошковая окраска не только эффективно защищает от коррозии, но и предоставляет возможность индивидуализации цветовой палитры кожухов в соответствии с каталогом RAL. В случае необходимости защиты кожухов от интенсивного механического воздействия целесообразно рассмотреть использование усиленных сплавов или композитных материалов, которые демонстрируют повышенную устойчивость к механическим повреждениям и износу.

Монтаж кожухов должен осуществляться в строгом соответствии с нормативными требованиями, изложенными в сводах Правил (СП) и Технических Документациях (ТД) производителя защищаемого оборудования. Например, в соответствии с СП 484.1311500.2020, приборы, функциональные модули и источники бесперебойного электропитания (ИБЭ) должны быть установлены на стенах, перегородках и конструкциях, изготовленных из негорючих материалов, что обеспечивает необходимый уровень пожарной безопасности. В случае размещения нескольких устройств в непосредственной близости друг от друга, необходимо соблюдать регламентированные горизонтальные и вертикальные расстояния между ними, которые составляют не менее 50 мм, за исключением случаев, когда иные параметры указаны в Технической Документации производителя.



Рис. 1. Защитный кожух «Вид спереди»

Для оптимизации процесса монтажа целесообразно применять следующие технические решения:

- проверять совместимость кожухов с конкретным типом извещателя или другого устройства;
- учитывать климатические, механические, электромагнитные и другие воздействия в местах размещения оборудования;
- соблюдать требования к доступу для технического обслуживания и ремонта.

В соответствии с нормативными требованиями, изложенными в СП 484.1311500.2020, применение монтажных устройств, таких как шкафы и боксы, а также дополнительных аксессуаров, допустимо исключительно при наличии соответствующей информации в технической документации (ТД) изготовителя технического средства. Данный нормативный акт подчеркивает необходимость согласования любых модификаций кожухов с производителем оборудования для обеспечения его корректной работы и предотвращения потенциальных технических неисправностей.

При стандартизации размеров и дизайна, разработка типовых решений для разных типов оборудования упростит проектирование и монтаж, а также снизит затраты на производство.

Использование быстросъёмных элементов облегчит обслуживание и очистку кожухов без демонтажа защищаемого оборудования.

В рамках обеспечения соответствия модернизированных кожухов установленным стандартам необходимо проводить комплексные испытания, направленные на верификацию их пожарной безопасности, механической прочности и долговечности. Эти испытания должны включать как статиче-

ские, так и динамические тесты, а также анализ эксплуатационных характеристик в различных условиях окружающей среды.

Каждый кожух следует снабдить исчерпывающей маркировкой, включающей тип защищаемого оборудования, материал изготовления, степень защиты (например, индекс защиты IP) и дату производства. Документация должна содержать детальное описание конструктивных особенностей, результатов испытаний и рекомендации по эксплуатации, что обеспечит высокую степень прозрачности и надежности продукции.



Рис. 2. Защитный кожух «Вид сбоку»



Рис. 3. Защитный кожух «Крепление с маркировкой»



Рис. 4. Защитный кожух системы оповещения «Общий вид»

Таким образом при проведении модернизации следует тщательно анализировать и проверять совместимость кожухов с конкретным типом извещателя или устройства, принимая во внимание их конструктивные особенности и технические характеристики. Необходимо учитывать комплекс факторов, включая климатические, механические и электромагнитные воздействия, а также другие потенциальные влияния, которые могут возникнуть в местах установки оборудования. Важно также обеспечить соблюдение установленных норм и стандартов, регламентирующих доступ для технического обслуживания и ремонта, что позволит поддерживать высокую надежность и долговечность системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев И.В., Зарубина Е.В. Комплексный подход к применению запорных устройств по защите систем пожарной безопасности. // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 22 апреля 2025 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – С. 237-240.

2. Медведев И.В., Зарубина Е.В. Разработка шкафа для увеличения надежности противопожарной защиты объектов // Сборник материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России - с.278-280;

3. Медведев И.В., Зарубина Е.В. Запорное устройство для пожарных соединительных головок // Сборник материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России - с.280-283;

4. Медведев И.В., Зарубина Е.В. разработка предложений по применению запорных устройств для пожарных соединительных головок // Сборник материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России - с.284-286.

УДК 614.842.47:373.5

А.А. Миронов, А.Х. Салихова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ОГНЕЗАЩИТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ВОРСОВЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация: Возгорание текстильных материалов, используемых в оформлении интерьеров современных помещений, является причиной большого количества пожаров в жилых и общественных зданиях. Вопрос снижения пожарной опасности декоративных текстильных материалов является своевременным и актуальным. Данная работа посвящена разработке эффективного метода огнезащитной обработки ворсовых синтетических тканей, которые широко используются для обивки мебели.

Ключевые слова: ворсовые ткани, пожарная опасность материала, антипиррирующий эффект, термофиксация, испытание образца ткани, огнезащитный состав, кремнийорганическая смола.

DEVELOPMENT OF A FIRE-RESISTANT COMPOSITION FOR WOVEN DECORATIVE FABRICS

A. A. Mironov, A. Kh. Salikhova

Abstracts: The ignition of textile materials used in the decoration of modern interiors is a cause of a large number of fires in residential and public buildings. The issue of reducing the fire hazard of decorative textile materials is timely and relevant. This work is devoted to the development of an effective method of fire protection treatment of pile synthetic fabrics, which are widely used for upholstery of furniture.

Keywords: pile fabrics, fire hazard of the material, antipyrative effect, thermofixation, testing of a fabric sample, fire protection composition, organosilicon resin.

По результатам анализа статистических данных об обстановке с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2022–2025 годы можно сделать вывод, что наибольшее количество пожаров приходится на объекты жилого сектора, здания общественного назначения и транспортные средства. Результаты исследований статистических данных по вопросам безопасности жилищного фонда показали, что по объектам основная доля пожаров (70–75 %), гибели людей при пожарах (85–93 %) и потерь от них (40–45 %) приходится на жилой сектор. В жилых помещениях пожарную нагрузку составляют мебель (в т.ч. мягкая мебель) и элементы текстильного оформления интерьера (чехлы на мебель, покрывала и всевозможные подушки), этот

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

факт и обуславливает высокую скорость распространения пламени по поверхностям и большие площади поражения огнем.

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности текстильных материалов, установлены современными нормативными правовыми актами Российской Федерации и представлены в таблице.

**Таблица. Перечень показателей, необходимых для оценки
пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов
и для нормирования требований [1]**

Показатели пожарной опасности	Функциональное назначение				
	Шторы и занавесы	Постельные принадлежности	Элементы мягкой мебели (в том числе кожевенные)	Специальная защитная одежда	Ковровые покрытия
Воспламеняемость	+	+	+	+	+
Устойчивость к воздействию теп- лового потока	-	-	-	+	-
Теплозащитная эффективность при воздействии пламени	-	-	-	+	-
Распространение пламени	-	-	+	-	+
Показатель ток- сичности продук- тов горения	+	-	+	-	+
Коэффициент ды- мообразования	+	-	+	-	+

Примечания: 1. Знак "+" обозначает, что показатель необходимо применять.

2. Знак "-" обозначает, что показатель не применяется.

Важность создания огнезащищенных бытовых и технических тканей и нетканых материалов различной природы является очевидной. Резко возросшие в последние годы требования к огнезащищенности текстильных материалов, применяемых для отделки помещений общественных зданий, гостиниц, стадионов, железнодорожных вагонов, самолетов, судов, спецодежды, спортивной атрибутики, театральных декораций, должны привести к увеличению количества обрабатываемых соответствующим образом объектов

Огнезащитные составы для обработки тканей декоративного назначения согласно проведенным исследованиям должны удовлетворять следующим требованиям:

- сохранять термостабильность до 300 °С;

– снижать дымообразующую способность и токсичность продуктов горения полимера;

– не должны отрицательно влиять на потребительские свойства ткани.

В нашей работе исследование проведено на примере текстильных материалов, применяемых для обивки мебели – велюр. Велюр - обивочный материал с плюшевым ворсом, напоминающий бархат. Ткань создает тактильно приятную поверхность. Для исследования в работе выбрана ткань из полиэфирного волокна.

Задачами нашего исследования являются:

– подбор составов огнезащитных композиций;

– разработка методик нанесения огнезащитных композиций;

– исследование пожароопасных свойств обработанных образцов ткани.

Разрабатываемая огнезащитная композиция не должна при этом ухудшать основные потребительские свойства обивочной ткани:

- поверхностная плотность в пределах от 250 до 350 г/м²;

- красота узоров и прочность;

- фактурность и долговечность;

- внешняя привлекательность и практичность;

- высокие тактильные свойства и функциональность.

Для исследования была подготовлена огнезащитная композиция, в состав которой входит вода, кремнийорганическая смола и тетраборат натрия.

Рассмотрим свойства предлагаемых к использованию компонентов антипиренирующего состава.

Кремнийорганические полимеры (иначе называемые силиконами) – это соединения, содержащие цепочку атомов –Si–O–Si–O–, модифицированную различными органическими группами. Продукты на основе силоксановых каучуков обеспечивают высокую термическую стойкость, атмосферостойкость, стойкость к действию кислорода и озона при повышенных температурах, радиационную стойкость, нетоксичность и биологическую инертность, хорошие изоляционные свойства. Серьезным преимуществом силоксановых эластомерных материалов является морозостойкость, а также способность длительно сохранять высокие эксплуатационные свойства при длительном воздействии агрессивных сред и высоких температур. Именно эти свойства вещества и вызвали научный интерес использования смолы в качестве компонента огнезащитного состава.

Описание способов нанесения составов.

Состав после нескольких подборов условий было решено наносить методом пневматического распыления для исключения слипания ворса. При этом температура состава должна быть не менее 70 °С. В связи с тем, что при температуре атмосферного воздуха кремнийорганическая смола не растворялась в воде, при достижении температуры 70 °С получался хороший раствор. При более высокой температуре смола давала осадок в виде суспензии. Нагревание

дает также хорошую пропитку составом тканью. Так как она плотная и многослойная, нити изнаночной стороны (основы материала) могут остаться необработанными антипиреном, что ухудшает процесс огнезащиты.

Далее образцы с нанесенными составами подвергались сушке при температуре атмосферного воздуха и термофиксации при температуре 150 °С в течение 15 минут.

Как было ранее отмечено, обработка огнезащитным составом не должна ухудшать свойства ткани. В среднем привес при данном способе нанесения состава обработанной ткани составил 5 %.

Испытания на наличие эффекта огнезащиты проводились в соответствии с ГОСТ Р 59637-2021 «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте» [2].

Проведенные испытания дали следующие результаты. Исследуемый состав обладал огнезащитным действием. Обработанные образцы ткани после удаления из пламени не горели и не тлели, каплепадения не происходило.

В процессе испытаний установили способность мягких элементов мебели к воспламенению, устойчивому горению от источников зажигания. Таким испытаниям подвергаются обивочные, прокладочные и набивочные (наполнители) материалы, а также комбинации материалов, используемых для изготовления мягкой мебели. Мы провели испытания с использованием в качестве источника зажигания сигарету.

Перед проведением испытаний с использованием в качестве источника зажигания тлеющей сигареты зажигают сигарету и пропускают через нее воздух, например с помощью aspirатора сильфонного типа АМ-5, до установления тления, расходуя на эту операцию от 5 до 8 мм длины сигареты. Тлеющую сигарету помещают горизонтально вдоль соединения вертикальной и горизонтальной частей стенда так, чтобы тлеющий конец сигареты находился на расстоянии не менее 50 мм от ближайшего края. Фиксируют время начала испытания. Проводят наблюдение за развитием горения или тления, отмечая любое их проявление [3].

Если остаточное тление или устойчивое горение не наблюдалось в течение часа, то следует отметить этот факт и провести еще четыре испытания каждый раз с новой сигаретой, помещенной в другое место на расстоянии не менее 100 мм от места повреждения, полученного образцом в результате предыдущего испытания или на новом образце. Фотографии испытанных образцов приведены на рисунке.



Рисунок. Фотография результатов испытания образца с огнезащитной обработкой

Мы видим, что образцы, обработанные новым составом показали хорошие результаты, материал не поддерживает горение. Данный результат можно считать удовлетворительным, и текстильный материал, обработанный полученным составом, может относиться к трудновоспламеняемым.

Выводы:

Для декоративной ворсовой ткани типа велюр, состоящей из полиэфирного волокна предложена огнезащитная композиция на основе кремнийорганической смолы и тетрабората натрия. При обработке антипиреном необходимо учитывать строение ткани и особенности добавляемых веществ, в частности, растворимость кремнийорганической смолы в воде и обеспечение низкого значения вязкости для обеспечения возможности нанесения состава методом распыления.

Следует отметить, что обработка велюра предлагаемым составом не приводила к ухудшению потребительских свойств материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ Р 59637-2021 Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте.
3. ГОСТ Р 53294-2009 Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость.

УДК 004.932.2

Д.В. Морозов, Д.П. Посевин, И.П. Иванов

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

**О ПОИСКЕ КОМПРОМИССА МЕЖДУ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ
ВОЗМОЖНОСТЯМИ ОДНОПЛАТНЫХ МИКРОКОМПЬЮТЕРОВ
И КАЧЕСТВОМ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗГОРАНИЙ
НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ
РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

Аннотация: Рассматривается задача поиска компромисса между вычислительными возможностями персональных и одноплатных микрокомпьютеров, с одной стороны, и качеством распознавания возгораний на изображениях — с другой, для раннего обнаружения лесных пожаров. В результате сравнительного анализа четырёх алгоритмов классификации изображений на пяти специализированных наборах данных были выявлены ключевые зависимости между точностью распознавания, временем обработки кадра и типом вычислительной платформы. В работе предложено использование оптимальной аппаратной базы для развёртывания системы раннего обнаружения лесных пожаров, а также обоснован выбор алгоритма классификации изображений.

Ключевые слова: CNN, мониторинг лесных пожаров, энергоэффективные беспроводные сети, Raspberry Pi.

D.V. Morozov, D.P. Posevin, I.P. Ivanov

**ON SEARCHING FOR A COMPROMISE BETWEEN
THE COMPUTATIONAL CAPABILITIES OF SINGLE-BOARD
MICROCOMPUTERS AND THE QUALITY OF FIRE RECOGNITION
IN IMAGES FOR EARLY DETECTION OF FOREST FIRES**

Abstracts: The problem of finding a compromise between the computing capabilities of personal and single—board microcomputers, on the one hand, and the quality of fire detection in images, on the other, for early detection of forest fires, is considered. A comparative analysis of four image classification algorithms based on five specialized datasets revealed key relationships between recognition accuracy, frame processing time, and the type of computing platform. The paper proposes the use of an optimal hardware base for the deployment of an early detection system for forest fires, and also justifies the choice of an image classification algorithm.

Keywords: CNN, forest fire monitoring, energy efficient wireless networks, Raspberry Pi.

Проблема раннего обнаружения лесных пожаров остаётся актуальной в области охраны окружающей среды и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Существующие системы видеомониторинга, основанные на стационарных вышках с дорогостоящим оборудованием и возможностью подключения к централизованным серверам, имеют ограниченную зону покрытия и требуют значительных затрат. Альтернативным подходом является создание распределённой сети автономных устройств, размещённых непосредственно в лесных массивах и способных самостоятельно анализировать поток изображений для обнаружения признаков возгорания. Однако при реализации такого подхода возникает ключевое противоречие: с одной стороны, для надёжного распознавания языков пламени и дыма на изображениях требуются вычислительно сложные алгоритмы компьютерного зрения, в первую очередь нейросетевые модели, а с другой стороны, автономные устройства должны обладать минимальным энергопотреблением и низкой стоимостью, что ограничивает их вычислительную мощность. В рамках данной работы проведён поиск компромисса между этими противоречивыми требованиями путём сравнительного анализа четырёх алгоритмов классификации изображений на трёх типах вычислительных платформ с использованием специализированных наборов данных, содержащих изображения небольших источников огня, обширных лесных пожаров и дыма. В рамках работы были реализованы и протестированы четыре алгоритма классификации изображений, существенно различающиеся по используемым подходам, вычислительной сложности и области применимости.

Метод яркости представляет собой простейший детерминированный алгоритм, не использующий машинное обучение: изображение переводится в градации серого, затем выполняется пороговая бинаризация, после чего производится поиск контуров и построение рамки вокруг обнаруженного объекта. Классификация осуществляется на основе геометрических признаков.

SVD-метод [1] является гибридным подходом — во время выполнения данной работы на языке программирования Python была реализована программа, которая производит предобработку монохромного изображения, после чего матрица [2] пикселей передаётся в среду Julia, где реализован степенной алгоритм для усечённого сингулярного разложения матрицы. Полученные сингулярные числа, а именно их первые k значений, формируют матрицу признаков, которая возвращается в упомянутое выше приложение на языке программирования Python. Для классификации объекта на изображении, в нашем случае языка пламени, вычисляется евклидово расстояние от этой матрицы до предварительно рассчитанных центроидов классов, и объект относится к тому классу, чей центроид окажется ближе.

Базовая свёрточная нейронная сеть (CNN) реализована при помощи библиотеки PyTorch языка программирования Python и принимает на вход

цветные RGB-изображения. Архитектура включает четыре свёрточных блока, каждый из которых содержит два слоя Conv2d с ядром 3 на 3, пакетную нормализацию (BatchNorm), функцию активации ReLU и слой максимального пулинга MaxPool2d с окном 2×2 . Количество каналов последовательно увеличивается с 3 до 32, 64, 128 и 256, формируя на выходе свёрточной части тензор размерностью $256 \times 15 \times 15$. Далее тензор выпрямляется и проходит через полносвязные слои [3] с уменьшением размерности до 512 и 256 с применением слоя дропаута, равного 0,4 и 0,3 соответственно, после чего выходной слой отображает признаки в пространство классов.

Дообученная модель MobileNetV3 представляет собой лёгкую архитектуру, оптимизированную для мобильных и встраиваемых устройств. В работе использовалась предобученная на ImageNet версия MobileNetV3, у которой была полностью заменена классификационная часть в виде многослойного перцептрона на новую последовательность полносвязных слоёв со слоями дропаута. Все свёрточные слои исходной модели остались неизменными и были дообучены с малой скоростью обучения.

Для проведения экспериментов была разработана информационная система, структурная схема которой представлена на рисунке.

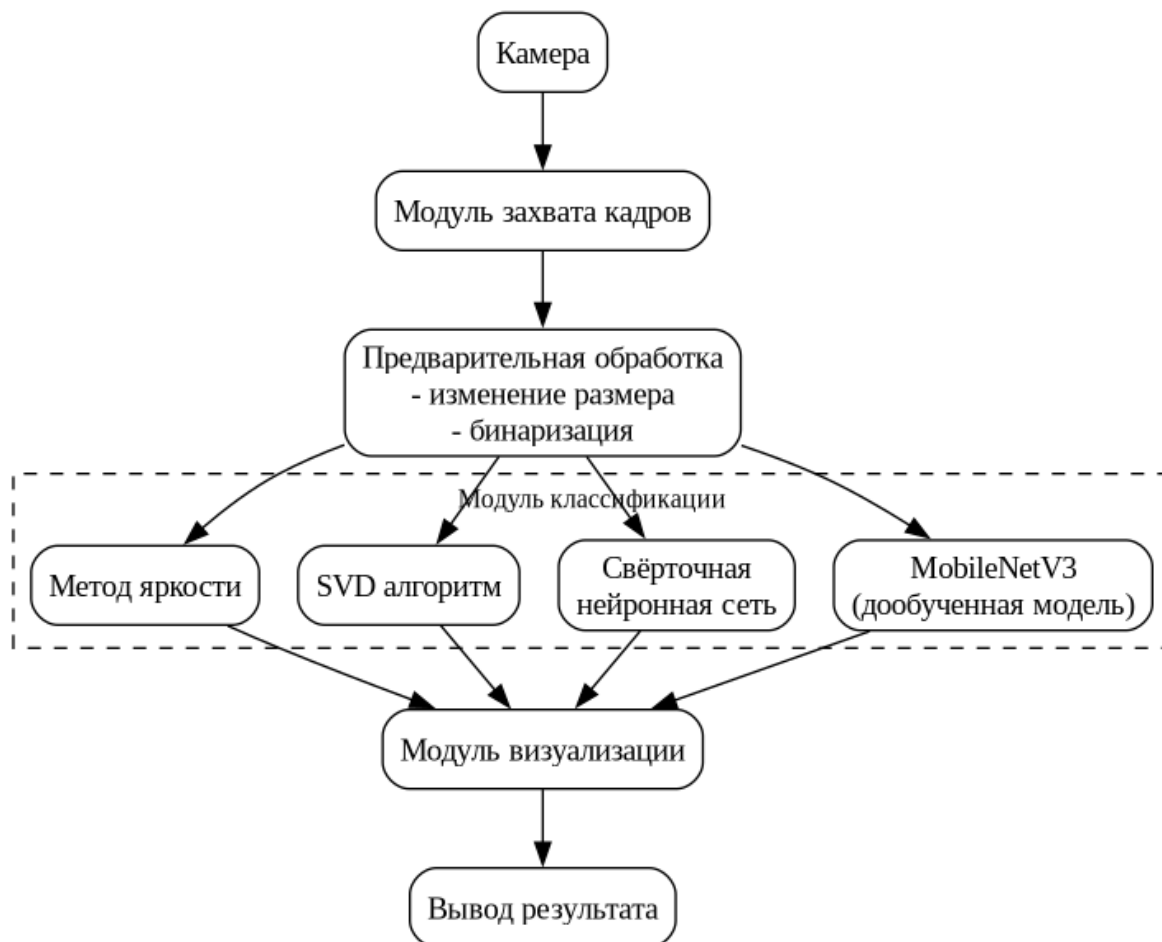


Рисунок. Архитектура разработанной информационной системы

Система состоит из камеры OVM2640, подключённой к микроконтроллеру NodeMCU на базе чипа ESP8266, и главного вычислительного узла, роль которого может выполнять персональный компьютер, Raspberry Pi 4 Model B или Raspberry Pi Zero W. Микроконтроллер осуществляет захват кадра и его передачу по последовательному порту на главный узел, где выполняется предобработка изображения и его классификация одним из четырёх алгоритмов: методом яркости, SVD-методом на языке Julia, базовой свёрточной нейронной сетью на основе библиотеки PyTorch или дообученной моделью MobileNetV3. Результат классификации отображается на экране с указанием метки класса и уверенности. Все три вычислительные платформы были протестированы в идентичных условиях для обеспечения сопоставимости результатов.

В табл. 1 представлено сравнение аппаратных характеристик трёх вычислительных платформ, использованных в экспериментах.

Таблица 1. Характеристики главных узлов

Главный узел	Процессор	ОЗУ, Мб	Ввод/Вывод
Персональный компьютер	8 ядер, 1.8 ГГц	16384	Последовательный порт, USB 3.0
Raspberry PI 4 model B	4 ядра, 1.5 ГГц	4096	Последовательный порт, USB 3.0
Raspberry PI Zero W	1 ядро, 1 ГГц	512	Последовательный порт, USB 3.0

Персональный компьютер на базе процессора AMD Ryzen 7 5700U с 8 ядрами и 16 потоками, а также 16 ГБ оперативной памяти выступает в роли эталонного устройства, позволяющего оценить максимальное быстродействие каждого алгоритма при отсутствии аппаратных ограничений. Raspberry Pi 4 Model B, оснащённый четырёхъядерным процессором ARM Cortex-A72 с частотой 1,5 ГГц и 4 ГБ оперативной памяти, представляет собой оптимального кандидата для развёртывания в реальных условиях благодаря сбалансированному сочетанию производительности, компактности и энергоэффективности. Raspberry Pi Zero W с одноядерным процессором с частотой 1 ГГц и всего 512 МБ оперативной памяти был включён в исследование для оценки нижней границы применимости системы в условиях максимальной экономии ресурсов. Как показали эксперименты, данная платформа не способна обеспечить приемлемую производительность для решения задач реального времени. Для всесторонней оценки алгоритмов были использованы три набора данных, отражающих различные сценарии возникновения пожаров. Первый набор содержит 515 изображений небольших

источников огня, таких как пламя зажигалок и свечей. Изображения характеризуются малым размером области пламени, занимающей от 5 % до 25 % площади кадра, нестационарной формой объекта и часто неравномерным освещением. Второй набор включает 1118 изображений обширных лесных пожаров, на которых пламя занимает значительную часть кадра, но присутствует высокая вариативность фона и условий съёмки. Третий набор состоит из 359 изображений дыма — наиболее сложного для выявления целевого объекта, не имеющего чётких границ, полупрозрачного и способного сливаться с фоном. Все изображения были приведены к единому разрешению 240×240 пикселей, что соответствует входным требованиям всех четырёх алгоритмов.

В табл. 2 приведены значения точности (ассигасу) для каждого из четырёх алгоритмов на трёх наборах данных.

Таблица 2. Значение точности (ассигасу) алгоритмов классификации, %

	Малое пламя	Обширные пожары	Дым
Метод яркости	—	—	—
SVD-алгоритм	68.5	70.5	78.0
CNN	85.3	85.9	70.0
MobileNetV3	78.6	85.9	66.0

Анализ результатов приведенных в табл. 2 позволяет сделать ряд важных выводов:

1. Метод яркости, являющийся простейшим детерминированным алгоритмом, основанным на бинаризации и поиске контуров, оказался полностью неприменимым для всех трёх наборов данных. Небольшой огонь от зажигалок и свечей имеет слишком нестабильную форму и малые размеры, что не позволяет алгоритму устойчиво выделить контур и построить ограничивающую рамку. Обширные пожары, несмотря на большую площадь, также не поддаются обработке из-за ярких засветок и отсутствия чёткой границы между пламенем и раскалённым воздухом. Дым, не имеющий твёрдого контура, принципиально не может быть обнаружен методом яркости. Таким образом, для задач раннего обнаружения возгораний метод яркости должен быть исключён из рассмотрения.

2. SVD-метод, реализованный на языке Julia с использованием степенного алгоритма для усечённого сингулярного разложения матрицы яркостей, показал неплохие результаты. Такие значения точности объясняются тем, что сингулярное разложение выделяет наиболее энергоёмкие компоненты изображения.

3. Базовая свёрточная нейронная сеть, спроектированная на основе библиотеки PyTorch и содержащая четыре свёрточных блока с последовательным увеличением числа каналов от 32 до 256, продемонстрировала стабильно высокие результаты.

4. Дообученная модель MobileNetV3 показала результаты, сопоставимые с базовой CNN на большинстве наборов, но с небольшим отставанием. Преимуществом MobileNetV3 является её архитектура, оптимизированная для работы на мобильных устройствах с ограниченными ресурсами.

Для оценки пригодности каждого алгоритма к работе в реальном масштабе времени были проведены измерения времени обработки одного кадра на трёх вычислительных платформах: персональном компьютере (AMD Ryzen 7 5700U, 16 ГБ ОЗУ), одноплатном компьютере Raspberry Pi 4 Model B и сверхкомпактной платформе Raspberry Pi Zero W. Полученные результаты сведены в табл. 3, где для каждого алгоритма указано время обработки в секундах.

Таблица 3. Сравнение скорости работы алгоритмов на главных узлах, сек

	Персональный компьютер	Raspberry PI 4B	Raspberry PI Zero W
Метод яркости	3	4	16
SVD	8	14	19
CNN	2	3	—
MobileNetV3	2	3	—

Как следует из табл. 3, персональный компьютер ожидаемо показывает наилучшую производительность. На Raspberry Pi 4 Model B временные показатели возрастают, но незначительно, тогда как на Raspberry Pi Zero W производительность оказывается критически низкой. При этом нейросетевые модели не могут быть запущены вовсе из-за несовместимости необходимых библиотек с архитектурой процессора Raspberry PI Zero W.

На основе проведённого сравнительного анализа точности и производительности четырёх алгоритмов классификации на трёх типах вычислительных платформ можно сделать вывод об оптимальном составе электронно-компонентной базы для реализации информационной системы для раннего обнаружения лесных пожаров на труднодоступной местности в условиях отсутствия энергетической инфраструктуры. В качестве аппаратной платформы рекомендуется использовать одноплатный компьютер Raspberry Pi 4 Model B. Данное устройство обеспечивает наилучший баланс между вычислительной мощностью, достаточной для запуска нейросетевых моделей

с временем обработки кадра, равной 3 сек., и эксплуатационными характеристиками — низким энергопотреблением, компактными размерами и приемлемой стоимостью. Персональный компьютер, хотя и показывает более высокую производительность, не пригоден для автономной работы в лесных массивах из-за высокого энергопотребления и крупных габаритов, а Raspberry Pi Zero W неспособен обеспечить требуемую скорость обработки и вовсе не поддерживает нейросетевые алгоритмы. В качестве алгоритма классификации предпочтение отдаётся нейросетевым моделям — базовой свёрточной нейронной сети (CNN) или дообученной MobileNetV3. Базовая CNN демонстрирует более высокую точность, тогда как MobileNetV3 показывает сопоставимые результаты, но имеет преимущество в виде меньшего потребления оперативной памяти и компактности модели, что особенно ценно при работе на встраиваемом устройстве с ограниченными ресурсами.

Таким образом, оптимальным решением для развёртывания автономной системы раннего обнаружения лесных пожаров является связка Raspberry Pi 4 Model B и нейросетевого алгоритма. Метод яркости и SVD-алгоритм в данной предметной области оказываются либо полностью неприменимыми, либо слишком медленными для работы в реальном времени.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFN-2024-0073).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. — Москва : Мир, 1999. — С. 316–318. — ISBN 5-03-002406-9.
2. Воеводин В. В. Численные методы алгебры. Теория и алгоритмы.- Москва: Наука, 1977. — С. 118–120.
3. Дуда Р. О., Сторк Д. Г., Харт П. Э. Классификация образов. — 2000. — С. 288–302. — DOI: 10.1007/s00357-007-0015-9.

УДК 614.849

М.С. Морозов, Ю.В. Сивков

Тюменский индустриальный университет

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С ОБРАЩЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

Аннотация: в статье рассматриваются типы моделей определения критической продолжительности пожара. Выполнен экспериментальный расчет, по результатам которого определено время наступления критической продолжительности пожара по видам опасных факторов пожара на объекте с обращением газообразного топлива.

Ключевые слова: пожар, критическая продолжительность пожара, опасные факторы пожара, производственные объекты с обращением газообразного топлива, моделирование пожара.

M.S. Morozov, Y.V. Sivkov

FEATURES OF DETERMINING THE CRITICAL DURATION OF A FIRE AT PRODUCTION FACILITIES WITH THE CIRCULATION OF GASEOUS FUELS

Abstracts: the article discusses the types of models for determining the critical duration of a fire. An experimental calculation was performed, according to the results of which the time of the onset of the critical duration of the fire was determined by the types of fire hazards at the facility with the circulation of gaseous fuels.

Keywords: fire, critical duration of fire, fire hazards, production facilities with gaseous fuel treatment, fire modeling.

Под критической продолжительностью пожара (далее – КПП) понимается время достижения величины опасного фактора пожара, являющейся предельно допустимой в зоне пребывания человека. Для объектов класса Ф5 определение КПП выполняется в соответствии с методикой определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (Приказ МЧС России от 26.06.2024 № 533) [1], на основании результатов расчета значений опасных факторов пожара на эвакуационных путях в различные моменты времени.

В соответствии с Приложением 5 [1], для определения КПП могут быть использованы детерминистические модели: интегральная, зонная, полевая. Принципиальные отличия моделей приведены в таблице.

Таблица. Модели расчета времени блокирования путей эвакуации

Тип модели	Предпосылки применения модели
Интегральная	– для зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации; – для помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз); – для предварительных расчетов с целью выявления наиболее неблагоприятных сценариев пожара.
Зонная	– для зданий и помещений, для которых допустимо использование интегрального метода; – для зданий, содержащих систему помещений простой геометрической конфигурации, когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения.
Полевая	– для зданий и помещений, для которых допустимо использование интегрального или зонного метода; – для помещений сложной геометрической конфигурации, а также помещений с большим количеством внутренних преград (в частности, многосветные пространства с системой галерей и примыкающих коридоров); – для помещений, в которых один из геометрических размеров более чем в 10 раз отличается от остальных; – для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение.

Наиболее часто, при определении КПП на объектах класса Ф5 применяется полевая модель, которая основывается на законах термогазодинамики. Принцип полевой модели строится на разделении объема пространства (расчетная область), где происходит моделирование пожара на большое количество малых объемов (расчетных ячеек), не зависящих на прямую друг от друга. Для каждой из расчетных ячеек решаются уравнения термогазодинамики (сохранения: импульса, массы, энергии) [2]. Являясь наиболее универсальной моделью определения КПП, полевая модель имеет ряд недостатков, в частности, требуются значительные вычислительные возможности компьютерной техники [3, 4].

Для объектов класса Ф5, где основной горючей нагрузкой является газ природного происхождения (природный газ, метан, пропан, бутан и т.д.) можно выделить особенности в определении КПП на эвакуационных путях и выходах. В частности, это разное время наступления и вид ОФП, блокирующего эвакуационный выход.

Определим эмпирическим путем КПП по условию блокирования эвакуационного выхода на примере здания котельной, в которой в качестве топлива применяется метан. Котельная имеет размеры в плане 20 м×18 м×15 м (д×ш×в), основной объем котельной составляет помещение котельного зала. В качестве расчетного сценария принимаем полное разрушение газовой горелки с образованием аварийного отверстия с расходом метана 2,5 кг/с. Происходит мгновенное воспламенение с образованием горячей струи газа в вертикальном положении. Время моделирования принято 120 с, в соответствии с п. А1.2 СП 12.13130.2009 [5] по времени перекрытия запорной арматуры, отсекающей подачу газа к аварийному оборудованию (не учитывается время горения остаточного количества газа в трубопроводе и оборудовании после перекрытия задвижки). Расчет проведен в программе FDS версии 6.10.1 по полевой модели.

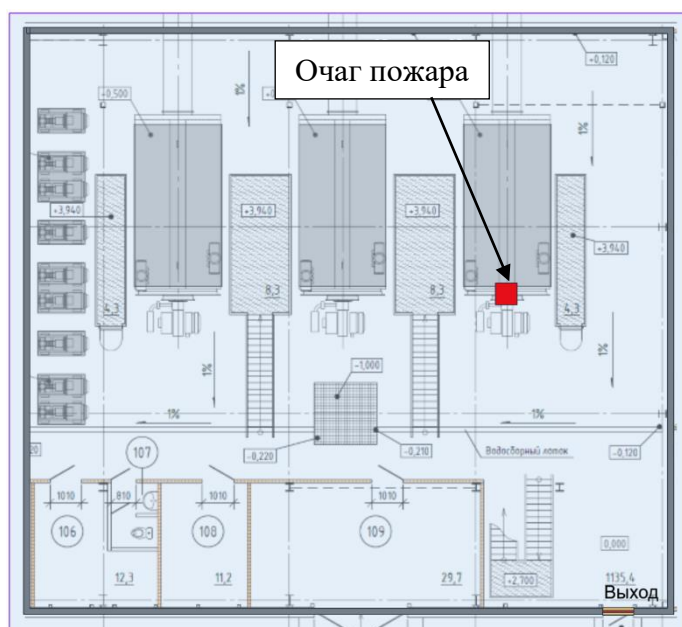


Рис. 3. Пожарная модель

На рис. 1 представлена модель с расположением очага пожара в здании котельной. Приято, что очаг пожара расположен на высоте +0,5 м от уровня пола, а измерение ОФП выполняется на высоте 1,7 м в дверном проеме выхода из здания. Рис. 4бпоказывают динамику развития ОФП.

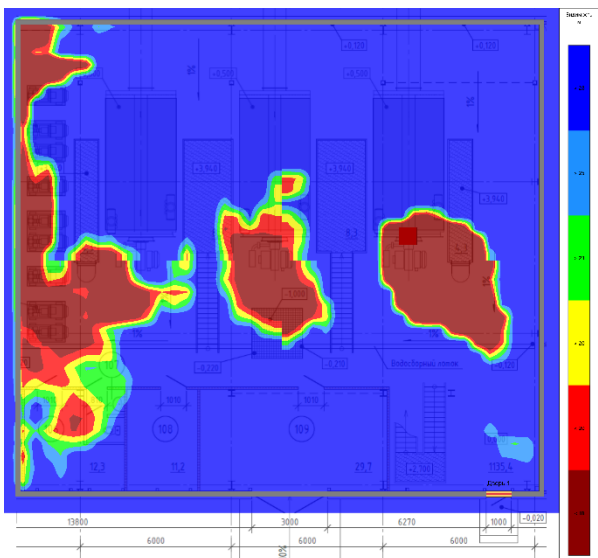


Рис. 5. Видимость на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 20 с.

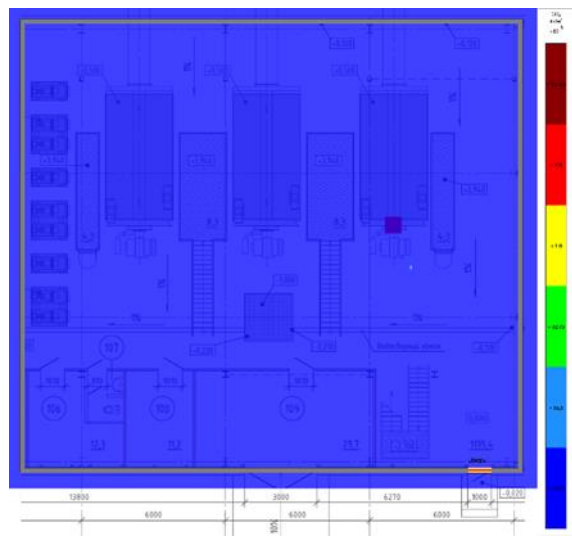


Рис. 7. CO₂ на высоте 1,7 м от уровня этажа. Время: 20 с.

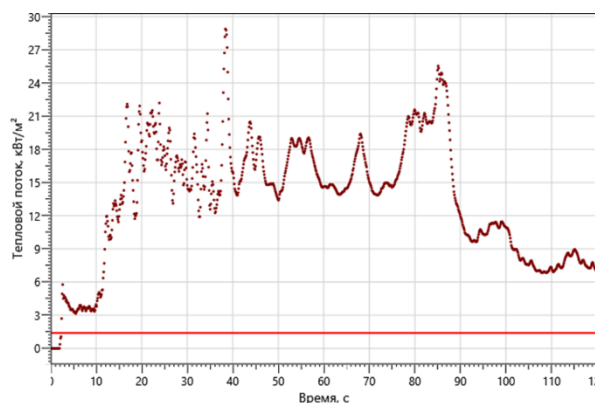


Рис. 8. График изменения падающего теплового потока

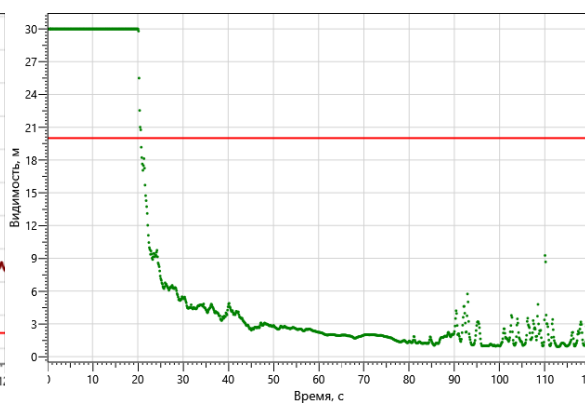


Рис. 9. График изменения видимости

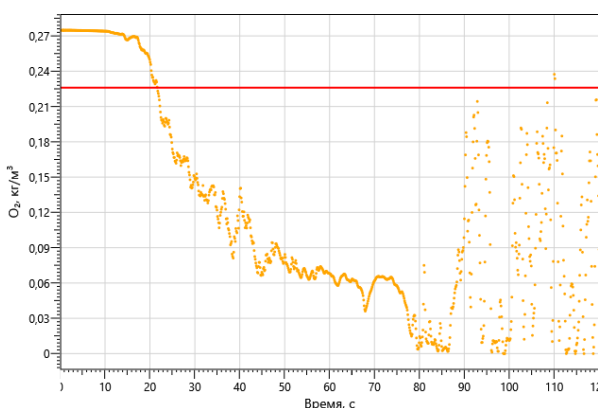


Рис. 10. График изменения уровня содержания кислорода O_2 в воздухе

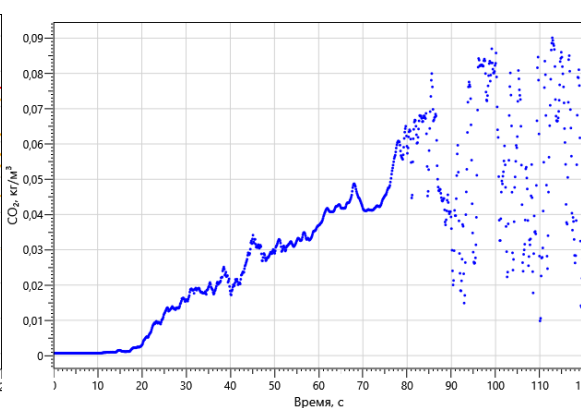


Рис. 11. График изменения уровня содержания углекислого газа CO_2 в воздухе

Таким образом, на примере здания газовой котельной, эмпирически было установлено время наступления КПП для разных ОФП:

- по тепловому потоку – 2,4 с;
- по потере видимости – 20,8 с;
- по содержанию кислорода – 21,7 с;
- по содержанию углекислого газа – не достигнуто.

Исходя из вышеизложенного, можно выдвинуть предположение, что основным ОФП, воздействие которого приведет к гибели персонала при пожаре на объектах с обращением газообразного топлива, будет являться тепловой поток. При этом согласно статистическим данным ВНИИПО [6] в распределении количества погибших при пожарах людей на производственных и гражданских объектах, доля погибших от воздействия высоких температур составляет 12,23 %, а от отравления продуктами горения и от пониженной концентрации кислорода 61,07 %. Становится очевидно, что тема обеспечения безопасности работников данных объектов носит уникальный характер и актуальна для дальнейшего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : (Приказ МЧС России №533) : официальное издание : утв. Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 26 июня 2024 года : введ. в действие 1 января 2025 г. - Москва : Стандартинформ, 2025 – 70 с. – Текст : непосредственный;
2. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях: Методические рекомендации. - М.: ВНИИПО, 2003. - 35 с.;
3. Однолько А.А., Ситников И.В. Определение величины пожарного риска в производственном помещении с выделением горючих жидкостей и газов // Научный вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2011. – №3. – С. 125–133.;
4. Ситников, И. В. Анализ проблем моделирования динамики пожара / И. В. Ситников, С. А. Колодяжный // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2015. – № 1(14). – С. 29-35. – EDN TXKJQH.;
5. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;
6. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

УДК 614.841.411:667.637

А.А. Мочалов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИПИРЕНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВАХ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

Статья посвящена проблеме оценке индивидуальной огнезащитной эффективности антипиренов, используемых в огнезащитных составах для древесины. Авторами предлагается использование кислородного индекса для оценки огнезащитной эффективности антипиренов.

Ключевые слова: древесина, антипирены, огнезащитная эффективность.

A.A. Mochalov

ON THE ASSESSMENT OF FIRE-RESISTANT EFFECTIVENESS OF FIRE-RESISTANT COMPOSITIONS FOR WOOD

The article is devoted to the problem of assessing the individual fire-retardant effectiveness of flame retardants used in fire-retardant compositions for wood. The authors propose using the oxygen index to assess the fire-retardant effectiveness of flame retardants.

Key words: wood, flame retardants, and fire protection efficiency.

Строительные материалы на основе древесины и её производных, такие как ориентированно-стружечные (ОСП) и древесно-стружечные (ДСП) плиты, а также фанера, сегодня активно применяются в строительстве — как для изготовления строительных конструкций, так и для внутренней отделки. По причине органического строения данные материалы способны воспламеняться к при контакте с источником зажигания, гореть и распространять пламя по поверхности. В связи с этим разработка эффективных огнезащитных составов для таких материалов остаётся важной и востребованной задачей, которой занимаются исследователи по всему миру.

Классическим способом снижения пожарной опасности древесины являются огнезащитные пропиточные составы на основе антипиренов. Такие составы наносятся на материал посредством его пропитки водным раствором огнезащитного состава. Наиболее известными «классическими» антипиренами являются хлорид кальция (CaCl_2), хлорид магния (MgCl_2), сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), фосфаты аммония, соединения борной кислоты, карбонаты калия и магния и другие соединения [1]. При этом, в силу особенностей химических свойств антипирены проявляют защитный механизм по-разному. По этой причине в композиции огнезащитного состава присутствуют различные антипирены. Однако, в большинстве случаев подбор качественного и количественного состава композиции антипиренов осуществляется по методу «слепого подбора».

Оценка огнезащитной эффективности антипиренов для древесины традиционно проводится в условиях стандартных испытаний (ГОСТ 16363). Однако, как показано в работе [2], проектирование контуров управления пожарными подразделениями требует учёта реальной динамики развития пожара по горючим конструкциям, включая изменение тепловых потоков и газообмена. Этот принцип может быть экстраполирован на задачу оценки антипиренов: выбор методики испытаний должен моделировать не только начальную стадию воспламенения, но и условия развитого пожара (интенсивность облучения, скорость нарастания температуры). В противном случае эффективность, продемонстрированная в лабораторных условиях, может оказаться завышенной по сравнению с реальной эксплуатационной ситуацией.

Огнезащитная эффективность антипиренов для древесины должна оцениваться не только в условиях стандартного испытания, но и с учётом реальных граничных условий, влияющих на динамику горения. В работе [3] были установлены ключевые граничные условия (скорость воздушного потока, величина зазора, тепловой поток от внешнего источника), определяющие развитие пожара при горении вентилируемых фасадов. Эти факторы также значимы

при испытании обработанной антипиренами древесины, особенно если она эксплуатируется в условиях естественной или принудительной вентиляции. Учёт подобных граничных условий позволяет повысить достоверность оценки огнезащитной эффективности и приблизить лабораторные испытания к реальным условиям.

Один из распространённых подходов к оценке огнезащитной эффективности антипиренов – определение критических температурных порогов (температуры воспламенения, самовоспламенения, интенсивного пиролиза). В работе [4] авторы обосновывают использование параметров расхода огнетушащего вещества и температурных порогов в качестве основы для принятия решений при тушении торфяных пожаров. Этот методологический принцип может быть перенесён на оценку огнезащитных составов для древесины: эффективность антипирена предлагается характеризовать повышением температурного порога воспламенения и снижением скорости набора температуры в поверхностном слое. Представленный в [6] способ определения критических температурных границ с помощью термопарных измерений и инфракрасной термографии является прямым аналогом для испытаний древесины с антипиренами.

Базовые механизмы действия антипиренов (разбавление горючих газов, образование защитного слоя, снижение температуры пламени) возможно исследовать на основании результатов термогравиметрического анализа (ТГА) или дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) обработанной антипиренами древесины. В этом случае возможно получение сведений о температурных границах термической деструкции защищенной древесины и тепловых эффектах, сопровождающих данные процессы. Однако, метод термического анализа не позволяет оценить огнезащитную эффективность антипиренов.

Авторами [5, 6, 7] проводилось исследование показателей пожарной опасности различных материалов при помощи метода кислородного индекса. Авторами показано, что по изменению данного показателя возможно оценить изменение пожарной опасности материала, а именно общей горючести.

Поэтому, для оценки индивидуальной эффективности антипиренов можно использовать показатель кислородного индекса, который показывает количество кислорода в кислородно-азотной смеси при котором возможно свечеобразное самостоятельное горение материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таубкин С.И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. — Москва : Изд-во М-ва коммун. хозяйства РСФСР, 1960. — 347 с. ил.; 23.
2. Проектирование контуров управления в пожарно-спасательных подразделениях при ликвидации пожаров в зданиях с вентилируемыми фасадными системами / А. Н. Денисов, М. М. Данилов, В. А. Максимкин [и др.] // Пожаровзрывобезопас-

ность. – 2026. – Т. 35, № 1. – С. 53-62. – DOI 10.22227/0869-7493.2026.35.01.53-62. – EDN UUEKZI.

3. Граничные условия, определяющие динамику тушения пожара при горении вентилируемых фасадов / А. Н. Денисов, М. М. Данилов, В. А. Максимкин [и др.] // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : Материалы X международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 18–19 марта 2026 года. Часть 1 (секция 1). – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2026. – С. 65-70. – EDN CLFACH

4. Параметры расхода воды и температурных порогов как основа для принятия управленческих решений при тушении почвенных (торфяных) пожаров / Г. В. Куксин, А. Н. Денисов, Д. А. Малышев [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2025. – № 3(109). – С. 45-58. – DOI 10.25257/TTS.2025.3.109.45-58. – EDN NKKNJQ.

5. Богданов И.А., Шабунин С.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. К вопросу о разработке нового подхода к оценке влияния термического старения на пожарную опасность ПВХ-изоляции электрокабельных изделий на основе показателя кислородного индекса // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 54-60.

6. Шабунин С.А., Богданов И.А., Никифоров А.Л. Особенности определения показателя кислородного индекса при оценке пожароопасных свойств // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 534-537. EDN: QYVTTK.

7. Панёв Н.М., Никифоров А.Л., Винокуров М.В. Оценка влияния состава огнезащитных обработок на показатель кислородного индекса древесины // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2017. № 3 (51). С. 92-96.

УДК 614.84.31

О.В. Надточий, А.Г. Фирсов, В.С. Гончаренко
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ВОДОИСТОЧНИКА, ИСПОЛЬЗОВАННОГО ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА

Аннотация: приведены укрупненная классификация систем противопожарного водоснабжения и виды водоемких источников использовавшихся при тушении пожаров. Рассмотрена динамика распределения количества пожаров в зависимости от вида водоемкого источника используемого при тушении пожара за 2015-2024 гг.

Ключевые слова: противопожарный водопровод, вид водоемкого источника, количество пожаров, пожарная автоцистерна, пожарный гидрант, подвоз воды, водоем (емкость).

O.V. Nadtochiy, A.G. Firsov, Honcharenko V.S.

FIRES DEPENDING ON THE TYPE OF WATER SOURCE USED FOR FIRE FIGHTING

Abstracts: A general classification of fire water supply systems and the types of water sources used in firefighting is presented. The dynamics of the distribution of the number of fires depending on the type of water source used in firefighting is considered.

Keywords: firefighting water supply, type of water source, number of fires, fire engine, fire hydrant, water delivery, reservoir (capacity).

На протяжении всего эволюционного пути развития нашего общества вода являлась востребованным, универсальным, доступным и единственным средством в борьбе с огнем. Новые производственные технологии, достижения науки и техники существенно стимулировали развитие средств тушения пожара. Сегодня водоснабжение представляет собой комплекс технических средств и инженерных сооружений, а также организационных мероприятий направленных на обеспечение зданий, сооружений и территорий необходимым количеством воды. Одной из функций систем водоснабжения является обеспечение подачи воды на тушение пожара. Для этих целей используется противопожарное водоснабжение (далее – ПВ).

ПВ делится на внутренний и наружный противопожарный водопровод. Как правило он объединяется с хозяйственно-питьевым или техническим водопроводом. Система внутреннего ПВ создана для тушения пожара в зданиях (сооружениях). Она включает в себя такие средства тушения, как автоматическое пожаротушение (спринклерную и дренчерную системы), так и внутренние пожарные краны. Соответственно система наружного ПВ обеспечивает тушение пожара на территории вне здания (сооружения) и включает в себя такие элементы как пожарные гидранты, пожарные резервуары и водоемы искусственного происхождения, так и естественного (природного). А качество воды, которая используется в целях пожаротушения, должно удовлетворять нормативным требованиям, установленным для пожарного оборудования.

Системы ПВ также делятся на централизованные и нецентрализованные источники водоснабжения. Они могут быть низкого или высокого давления, которое обеспечивается за счет насосов-повысителей или водонапорных баков (гидропневматических). Централизованные источники ПВ включают в себя совокупность водоводов с установленными на них пожарными гидрантами и пожарными кранами, а нецентрализованные ПВ – сеть искусственных водоемов и резервуаров, природных источников воды (озера, пруды, реки и т.д.), приспособленных для забора воды с целью тушения пожара. Централизованные источники ПВ в зависимости от типа системы и высоты

здания (сооружения) должны обеспечивать минимальную расчетную величину свободного напора подачи воды. В целом, схемы ПВ и их работа должны устраиваться таким образом, чтобы доступ к необходимым объемам воды при тушении пожара был обеспечен в любое время суток и года. Основные требования к системам ПВ изложены в ряде нормативных документов [1, 4, 5, 6].

Забор воды и подача ее к месту пожара оперативными подразделениями осуществляется: из внутреннего ПВ (пожарный кран), наружного ПВ (пожарный гидрант), емкости у места пожара, пожарного водоема. В случае удаленности водоисточника от места пожара осуществляется подвоз воды. Также подача воды для тушения пожара может быть организована непосредственно от пожарной автоцистерны (далее – АЦ) без установки ее на водоисточник. Для анализа использована статданные из открытых источников [2, 3]. Распределение количества пожаров по перечисленным выше видам водоисточников за период 2019-2024 гг. приведена на рис. 1.

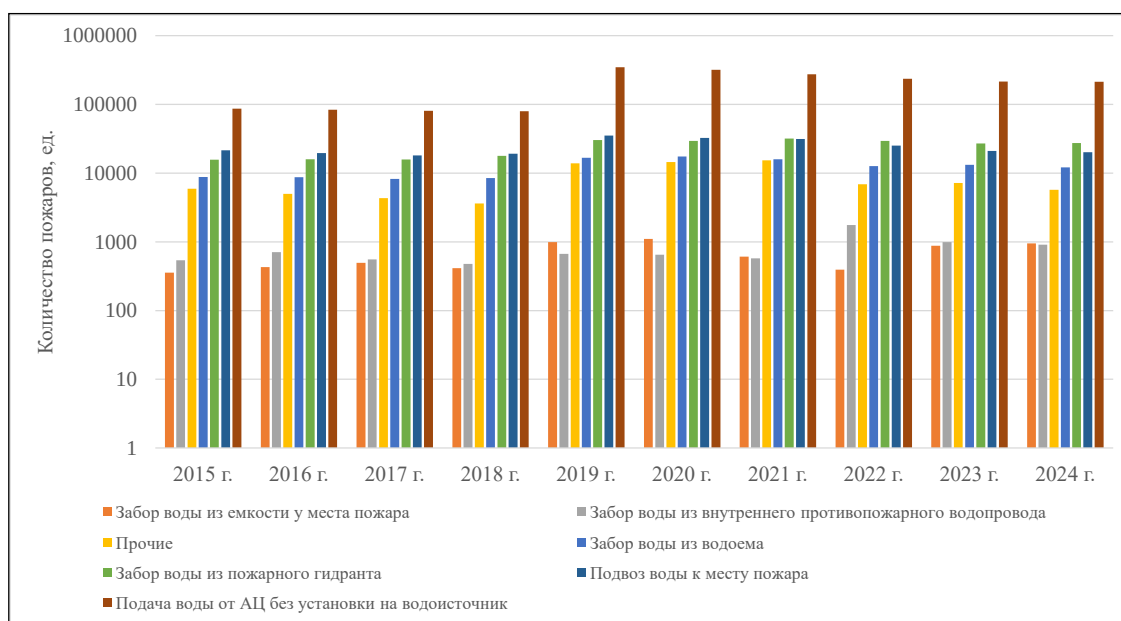


Рис. 1. Распределение количества пожаров по виду использованного водоисточника за 2015-2024 гг. (использована логарифмическая шкала)

Анализ статистической информации показывает, что динамика использования перечисленных выше источников водоснабжения при пожаре сохраняется на протяжении последних десяти лет. Изменения в учете пожаров и их последствий в 2019 г. не сильно изменили картину распределения количества пожаров по виду использованного водоисточника при пожаре. Отмечается увеличение количества пожаров, тушение которых осуществлялось от АЦ без установки на водоисточник. Рост данного

показателя обусловлен тем, что загорания сухой травы стали учитываться как полноценные пожары. Данные пожары в основном тушатся от АЦ. В целом тенденция снижения количества пожаров по видам водоисточников соответствует общей тенденции снижения количества пожаров в Российской Федерации.

Долевое распределение пожаров в зависимости от вида использованного водоисточника приведено на рис. 2. Для статистического анализа используются данные за период с 2015 г. по 2024 г.



Рис. 2. Долевое распределение количества пожаров по виду использованного при тушении пожара водоисточника за 2015–2024 гг.

От АЦ без установки на ее водоисточник тушится более 73 % всех пожаров в год. По мнению авторов – это пожары, находящиеся еще в начальной стадии развития, или пожары с небольшой площадью. Важное значение в данном вопросе имеет соблюдение нормативного времени прибытия первых подразделений пожарной охраны к месту пожара.

Количество пожаров с подвозом воды составляет 9,2 %, а количество пожаров с использованием пожарных гидрантов – 9,1 %. Количество пожаров где при тушении использовался водоем составляет 4,6 %. Прочие виды забора воды для тушения пожара составляют 3,1 %. Исследования показали, что это характерно для развившихся пожаров и пожаров в сельской местности где остро ощущается недостаточность количества водоисточников для забора воды. Реже всего при тушении пожаров используется забор воды из внутреннего ПВ и из емкости у места пожара. Долевое соотношение каждого

из них составляет 0,3 %. Это свидетельствует о том, что количество пожаров в зданиях и сооружениях значительно меньше чем вне зданий.

Проведенные исследования показали, что распределение количества пожаров по виду используемого источника подачи воды на протяжении десяти лет практически не менялось. Вместе с тем общая тенденция снижения количества зарегистрированных пожаров влияет на тенденцию снижения использования различных видов источников ПВ. Более 70 % пожаров тушится от АЦ без установки на водоисточник.

Таким образом, рассмотренные выше источники ПВ, использовавшиеся при пожаре, являются важным элементом системы обеспечения пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59643-2021. «Внутреннее противопожарное водоснабжение. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» / Сайт «Интернет и Право» URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/76306/> (Дата обращения 15.03.2026).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2024 году / ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ URL: https://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/2025_sbornik_pozhary_i_pozh._bezop._v_2024_g._11.06.25_.pdf (Дата обращения 15.03.2026).
3. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году / ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46423185> (Дата обращения 15.03.2026).
4. СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» / 8 13130 2020 URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293722/4293722258.htm> (Дата обращения 15.03.2026).
5. СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» / air-43 URL: <https://air-43.ru/assets/mgr/normativ/sp10131302020.pdf> (Дата обращения 15.03.2026).
6. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» / МЧС России URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-04-08/c907f456516c1f21009131cfdb944deb.pdf> (Дата обращения 15.03.2026).

УДК 614.841.332:620.197.6

Ю.В. Наумов

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны
МЧС России

**ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ, ЗАЩИЩЕННЫХ СРЕДСТВАМИ ОГНЕЗАЩИТЫ,
А ТАКЖЕ СРЕДСТВ ОГНЕЗАЩИТЫ ПРИ ИХ ПРИМЕНЕНИИ
В КАЧЕСТВЕ ОТДЕЛОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Аннотация: Исходя из положений технических регламентов, устанавливающих требования к проведению оценки соответствия строительных материалов и средств огнезащиты, рассмотрены формы оценки соответствия защищенных средствами огнезащиты строительных материалов, а также средств огнезащиты, при их применении в качестве отделочных строительных материалов.

Ключевые слова: Огнезащита, средство огнезащиты, огнезащищенный материал, оценка соответствия.

Yu. V. Naumov

**APPROACH TO ASSESSMENT OF COMPLIANCE OF CONSTRUCTION
MATERIALS PROTECTED WITH FIRE PROTECTION MEANS,
AS WELL AS FIRE PROTECTION MEANS WHEN THEY ARE USED
AS FINISHING CONSTRUCTION MATERIALS**

Abstracts: Based on the provisions of technical regulations establishing the requirements for assessing the conformity of building materials and fire protection means, forms for assessing the conformity of building materials protected by fire protection means, as well as fire protection means, when they are used as finishing building materials, were considered.

Key words: fire protection, fire protection means, fire-proof material, conformity assessment.

Огнезащита является эффективным и широко распространенным способом снижения пожарной опасности строительных конструкций и материалов, использование которого в полной мере способно обеспечить выполнение предъявляемых к ним требований пожарной безопасности. Применение средств огнезащиты регламентировано и реализуется в соответствии с положениями нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности. Тем не менее, на практике возникают ситуации, когда применение этих положений вызывает затруднения. Нередко их следствием является принятие ошибочных решений при проведении оценки соответствия об-

работанных средствами огнезащиты строительных материалов требованиям технического регулирования, в том числе при выборе формы оценки соответствия. Выбор формы оценки соответствия определяется видом объекта технического регулирования, которым в данном случае являются средство огнезащиты или строительный материал, на который оно нанесено. Выбор формы оценки соответствия средства огнезащиты зависит от того, используется оно непосредственно для огнезащиты объектов или применяется в качестве отделочного материала. С учетом изложенного рассмотрены возможные формы проведения оценки соответствия для указанных объектов технического регулирования и вариантов их применения.

Средства огнезащиты являются объектом технического регулирования, на который распространяются требования технического регламента [1]. В соответствии с положениями регламента они подлежат подтверждению соответствия этим требованиям в форме обязательной сертификации. Условием отнесения состава к средствам огнезащиты является установление в результате проведения сертификации огнезащитной эффективности. Наличие сертификата соответствия является достаточным основанием для применения средства огнезащиты в случае, если обеспечение пожарной безопасности объекта защиты достигается путем реализации требований, установленных к средству огнезащиты. Примером является требование, изложенное в Своде правил [2], где указано, что в зависимости от степени огнестойкости здания чердачные конструкции, выполненные из древесины, следует подвергать обработке огнезащитными составами различных групп огнезащитной эффективности. Однако, в большинстве случаев требования пожарной безопасности предъявляются не к средству огнезащиты, а к огнезащищенным строительным материалам, устанавливая необходимость определения показателей их пожарной опасности.

Нормативным правовым актом по пожарной безопасности, устанавливающим требования пожарной безопасности к строительным материалам, является Федеральный закон [3]. Форма подтверждения соответствия строительных материалов требованиям, установленным Федеральным законом, зависит от области их применения. Для строительных материалов, используемых для отделки путей эвакуации наружу или в безопасную зону, применяют схемы, основанные на обязательной сертификации, для строительных материалов, не относящихся к данной категории – на обязательном оформлении декларации изготовителя (продавца).

В настоящее время производство строительных материалов, обработанных средствами огнезащиты, не осуществляется. Средства огнезащиты наносят на строительные материалы непосредственно на объекте защиты организация, на которую не могут быть возложены функции изготовителя огнезащищенного материала. Указанное обстоятельство является основной причиной, затрудняющей проведение оценки соответствия этих материалов.

В качестве возможного решения данной проблемы может быть предложен подход, при котором для выполнения требований Федерального закона [3] по отношению к огнезащищенному строительному материалу необходимо обязательное подтверждение соответствия строительного материала в форме сертификации или декларации соответствия и определение показателей пожарной опасности защищенного средством огнезащиты строительного материала в аккредитованной испытательной лаборатории. В этом случае огнезащищенный строительный материал следует рассматривать как модификацию строительного материала.

При данном подходе продукцией, подлежащей оценке соответствия, является защищенный средством огнезащиты конкретный строительный материал, выпускаемый в соответствии с разработанной на него технической документацией. Это исключает возможность распространения результатов проведения оценки соответствия на другие строительные материалы, которые могут значительно отличаться по своим пожароопасным свойствам.

Средство огнезащиты может также быть применено в качестве отделочного строительного материала. Оценка соответствия строительного материала с отделкой, выполненной с использованием средства огнезащиты, также как при ее проведении в отношении огнезащищенного строительного материала, может быть выполнена путем обязательного подтверждения соответствия строительного материала в форме сертификации или декларации соответствия согласно требованиям Федерального закона [3] и определения показателей пожарной опасности строительного материала с отделкой в аккредитованной испытательной лаборатории. В этом случае средство огнезащиты также предлагается рассматривать не как самостоятельный отделочный строительный материал, а как составную часть строительного материала с отделкой, квалифицируя последний как модификацию исходного строительного материала. Это позволяет исключить необходимость выполнения оценки соответствия в отношении самого средства огнезащиты как строительного материала.

Результаты оценки соответствия могут быть распространены только на конкретный исходный строительный материал той марки, которая определена в разработанной на него технической документации.

Вывод

Строительные материалы, обработанные средствами огнезащиты, в настоящее время в заводских условиях не производятся, нанесение огнезащитных составов осуществляется непосредственно на объекте защиты. Данное обстоятельство затрудняет проведение оценки соответствия этих материалов. В качестве способа решения проблемы рассмотрен подход, при котором оценка соответствия строительного материала, обработанного средством огнезащиты, проводится на основе оценки соответствия требованиям технических регламентов средства огнезащиты и строительного материала, а также резуль-

татов испытания огнезащищенного строительного материала. Этот подход рассмотрен также по отношению к строительному материалу с отделкой, выполненной с использованием средства огнезащиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения: Технический регламент Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС 043/2017). – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080708> (дата обращения 20.04.2026).

2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080708> (дата обращения 20.04.2026).

3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г. (в ред. Федер. закона от 25 декабря 2023 г. № 665-ФЗ) . – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система: [сайт]. – URL: https://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 (дата обращения 20.04.2026).

УДК 004.7

Н.Д. Нащёкин, Д.И. Кочетков, Д.П. Посевин

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

ТЕСТИРОВАНИЕ РАДИОКАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ФРАГМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: В работе рассматривается тестирование радиопередатчиков на базе технологии LoRa в составе систем раннего обнаружения лесных пожаров. Были подтверждены возможность передачи данных на расстояние до 3 километров и значительное ухудшение дальности передачи при повышении скорости обмена данных.

Ключевые слова: мониторинг лесных пожаров, распределенные компьютерные сети, LoRa, ESP8266, Raspberry Pi.

N.D. Nashchekin, D.I. Kochetkov, D.P. Posevin

TESTING OF A RADIO CHANNEL FOR TRANSMITTING IMAGE FRAGMENTS OF A HARDWARE AND SOFTWARE INFORMATION SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF FOREST FIRES

Abstracts: The paper considers the testing of radio transmitters based on LoRa technology as part of early detection systems for forest fires. The possibility of data transmission over a distance of up to 3 kilometers and a significant deterioration in transmission range with an increase in data exchange rate were confirmed.

Keywords: forest fire monitoring, distributed computer networks, LoRa, ESP8266, Raspberry Pi.

Автоматический мониторинг территорий для своевременного обнаружения очагов возгораний является сложной инженерной задачей. Данная задача существенно усложняется при мониторинге удаленных территорий или территорий со сложным рельефом из-за отсутствия возможности использования инфраструктуры обеспечения электроснабжения и удаленной связи. Следовательно, для реализации наземных систем автоматического мониторинга удаленных территорий необходимо использовать средства энергоэффективной радиопередачи.

Для решения задачи передачи данных в условиях отсутствия инфраструктуры целесообразно рассмотреть радиопередатчики на основе технологии модуляции LoRa (англ. Long Range), характеризующиеся способностью эффективно функционировать в условиях высокого уровня помех, значительных расстояний и низкого энергопотребления [1]. Для обоснования возможности практического применения в построении сетей передачи данных в системах мониторинга лесных массивов необходимы экспериментальные данные, полученные в ходе испытаний прототипа системы передачи данных.

Целью данной работы является испытания прототипа радиоканала передачи фрагментов изображения посредством технологии модуляции LoRa. Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи: конструирование аппаратной и программной части прототипа радиоканала информационной системы мониторинга, определение плана испытаний системы, проведение испытаний, анализ полученных данных.

Для проведения испытаний был разработан прототип системы радиопередачи на базе модуля LoRa E220-900T22D. Прототип системы передачи данных включает в себя модуль-отправитель, модули-ретрансляторы и модуль-получатель.

Модуль-отправитель состоит из микрокомпьютера RaspberryPI 4 Model B с подключенным к нему по последовательному интерфейсу модулем LoRa и IP-камеры HiWatch модели DS-1200(E), подключенной к микрокомпьютеру через порт Ethernet. На микрокомпьютере развернуто программное обеспече-

ние обработки изображения с IP-камеры с использованием модели YOLOv8 (англ. You Only Look Once version 8) для детектирования огня, обученной на подготовленном наборе данных [2]. Модель детектирования пламени производит анализ изображения, полученного с камеры, и отправляет в радиоканал фрагмент изображения, содержащий фрагменты языков пламени. Была выбрана стратегия отправки фрагмента изображения вместо отправки всего изображения для уменьшения нагрузки на сеть передачи данных.

Модуль-ретранслятор состоит из микроконтроллера ESP8266 с подключенным по последовательному интерфейсу модулем LoRa. Модуль-ретранслятор получает по радиоканалу LoRa данные от модуля-отправителя или другого модуля-ретранслятора и пересылает данные следующему узлу сети с заранее заданным в прошивке каналом приема. Для всех модулей сети, для минимизации возможных наложений данных в радиоканале используется отдельные каналы приема данных, фиксированные и различные для каждого модуля.

Модуль-получатель состоит из персонального компьютера с подключенным к нему по USB модулем-ретранслятором. Модуль-получатель осуществляет получение данных, переданных модулем-ретранслятором по радиоканалу. Полученная информация обрабатывается персональным компьютером и записывается в выделенные файлы, которые можно отображать на экране для контроля оператором или сохранять их в базе данных. Внешний вид модуля-отправителя, модуля-ретранслятора и модуля-получателя представлены на рис. 1.

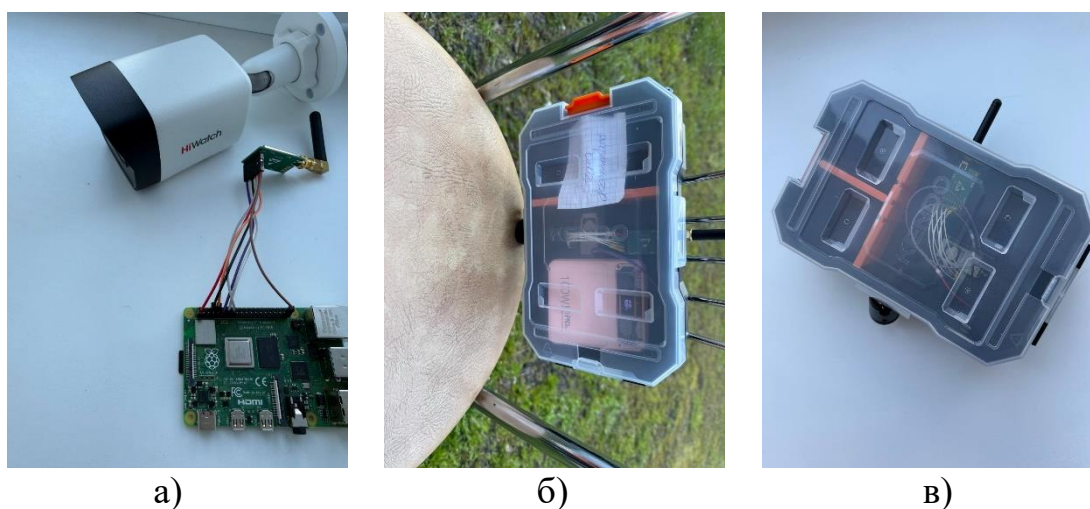


Рис. 1. Внешний вид модулей системы:
а) — отправитель; б) — ретранслятор; в) — получатель

В ходе лабораторных экспериментов прототипа системы была выявлена низкая пропускная способность радиоканала, которая эффективно ограничивалась 2.4–20 кбит/с. В ходе испытаний необходимо оценить зависимость дальности передачи данных от выбора скорости передачи данных в радиоканале.

В ходе испытаний были проведены два эксперимента по измерению расстояния передачи изображений. В рамках экспериментов производилось обнаружение модулем-отправителем пламени от зажигалки, которое имитировало возгорание, и дальнейшая передача фрагмента языка пламени, обнаруженного нейросетевой моделью, ретранслятору в виде последовательности фрагментов изображения, с последующей передачей модулю-получателю и оценкой качества полученных данных. Фотографии с места проведения экспериментов изображены на рис. 2.



Рис. 2. Экспериментальная установка:

а) — фотографии модуля-получателя; б) — модуля-отправителя

Эксперимент № 1 проводился при температуре +7 °С и относительной влажности воздуха 38 %. В рамках данного эксперимента модуль-отправитель и модуль-получатель находились рядом, а модуль ретранслятор размещался в различных точках, что было сделано для облегчения проведения эксперимента. Передача фрагментов напрямую с отправителя на компьютер-получатель, минуя ретранслятор, исключена ввиду использования адресной системы передатчиков. Между точкой размещения модуля-отправителя и получателя и ретранслятором находились несколько деревьев и возвышенность с перепадом высот порядка 1 метра.

Для проведения эксперимента № 1 были использованы следующие настройки: размер пакета передаваемого фрагмента изображения — 200 Б, скорость передачи данных — 19.2 кбит/с, мощность передатчика — 22 дБм. Была проведена серия опытов с размещением ретранслятора на разном расстоянии от модуля-отправителя и модуля-получателя: 30 м, 100 м, 170 м, 230 м.

Расстояния приведены с точностью до 5 м. В каждой позиции фиксировался факт получения данных после передачи через ретранслятор. Были получены следующие результаты опытов:

1. Расстояние между модулями 30 м — фрагменты изображения приходили на модуль-получатель без потерь.

2. Расстояние между модулями 100 м — фрагменты изображения приходили на модуль-получатель с незначительными потерями.

3. Расстояние между модулями 170 м — фрагменты изображения приходили на модуль-получатель без потерь.

4. Расстояние между модулями 230 м — фрагменты изображения приходили на модуль-получатель единично, недостаточно для формирования полноценного изображения.

5. На рис. 3 представлена схема проведения эксперимента № 1. Синей меткой отмечено положение модуля-отправителя и модуля-получателя. Зелеными метками отмечены места размещения модуля-ретранслятора.

На рис. 4 представлены примеры фрагментов-изображения, полученных модулем-получателем. На одном из примеров присутствуют черные полосы — фрагменты изображений, поврежденные в время передачи данных.

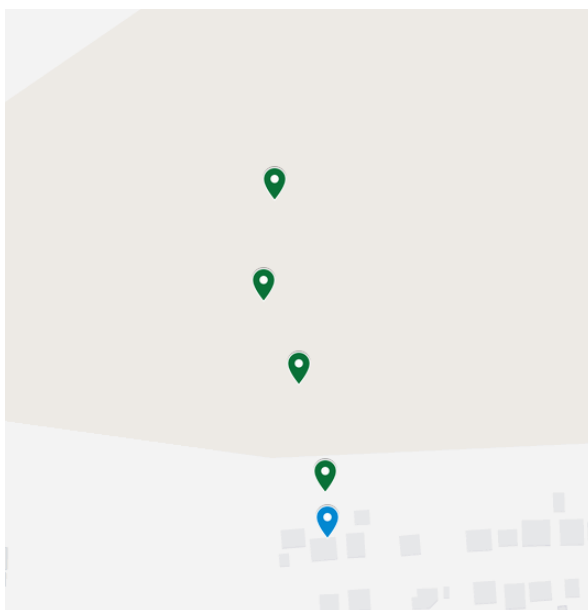
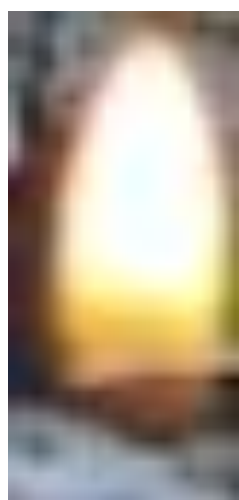


Рис. 3. Схема проведения эксперимента № 1



а)



б)



в)

Рис. 4. Примеры фрагментов изображений, полученные модулем-получателем на расстояниях:
а) — 28 м;
б) — 103 м;
в) — 174 м

Для оценки качества радиосвязи при меньшей скорости передачи данных был произведен эксперимент № 2 с другими параметрами: размер пакета передаваемого фрагмента изображения — 200 Б, скорость передачи данных — 2.4 кбит/с, мощность передатчика — 22 дБм. Эксперимент производился при температуре воздуха +5 °С и относительной влажности 67 %, в местности с холмистым рельефом с максимальными перепадами высот не более 15 м и малым числом деревьев. В эксперименте были задействованы модуль-отправитель, модуль-получатель и 2 модуля-ретранслятора, образующие цепочку ретрансляции. Модуль-получатель был установлен на высоте 5 м от уровня земли. В рамках данного эксперимента производилась отправка фрагмента изображения и получение в ответ модулем-отправителем сообщения о доставке, для чего была модифицирована прошивка модулей-ретрансляторов для возможности передачи данных в обе стороны. Измерения расстояния приведены с точностью до 10 м. В результате проведения эксперимента № 2 были получены следующие результаты:

1. Расстояние 450 м от получателя — стабильная связь, на пути между отправителем и получателем жилые дома.
2. Расстояние 960 м от получателя — стабильная связь, прямая видимость до получателя.
3. Расстояние 1760 м от получателя — стабильная связь, но требует поднять узел отправитель на 2 м над уровнем земли из-за изгиба рельефа.
4. Расстояние 2800 м от получателя — стабильная связь, также требует поднять ретранслятор на 2 м над уровнем земли.
5. Был установлен ретранслятор № 1 на расстоянии 3000 м от получателя на высоте 2 м от уровня земли — стабильная связь, прямая видимость до получателя.
6. Расстояние 1000 м от ретранслятора № 1, 3900 м от получателя — стабильная связь, прямая видимость до ретранслятора.
7. Расстояние 1780 м от ретранслятора № 1, 4630 м от получателя — связь нестабильная, на прямой видимости до ретранслятора находится участки леса и лесополосы.
8. Был установлен ретранслятор № 2 на расстоянии 1770 м от ретранслятора 1, 4600 м от получателя — нестабильная связь, доходит половина данных, на прямой видимости участки леса и лесополосы.
9. Расстояние 800 м от ретранслятора № 2, 5300 м от получателя — связь нестабильная, доходит половина данных, прямая видимость до ретранслятора.

Схема меток расстановки ретрансляторов в рамках эксперимента № 2 представлена на рис. 5. Синей меткой отмечен модуль-получатель, зелеными метками — точки проведения экспериментов, красными метками — точки расположения ретрансляторов. Синей линией отмечена протяженность

наибольшей линии передачи данных, протяженность которой суммарно составила 5570 м.

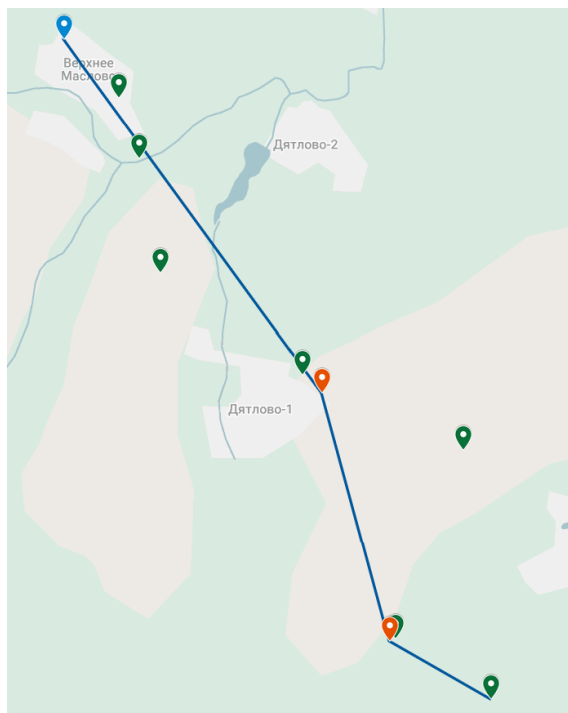


Рис. 5. Схема проведения эксперимента № 2

Таким образом в эксперименте № 2 была подтверждена возможность устойчивой радиосвязи на расстоянии до 3 км между двумя узлами сети, в то же время расстояние устойчивой передачи данных, полученное в эксперименте № 1, составило приблизительно 200 метров. Значительным фактором, способным повлиять на дальность передачи данных, является скорость передачи данных. Для LoRa известен эффект, что при увеличении скорости передачи данных, расстояние стабильной передачи падает значительно [3]. Данный эффект был получен на практике в рамках проведенных экспериментов. Другие факторы, такие как преграды на пути радиоканала и перепады высот, могли внести лишь более слабый вклад в результаты эксперимента, так как в эксперименте № 2, даже в случае перекрытия радиоканала жилыми домами и участками лесных массивов, была получена связь на расстоянии более 500 м.

В рамках данного исследования были проведены испытания прототипа радиоканала передачи данных. Для описанного прототипа была показана возможность организации сети передачи данных на расстоянии до 5.5 км в полевых условиях с линейной топологией сети. В рамках дальнейшего направления исследования рассматривается расширение подхода для работы с более сложными вариантами топологии сети.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSN-2024-0073).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прощенок Э. В. Особенности технологии LoRa / Э. В. Прощенок // Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 26 сентября 2022 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2022. – С. 196-199.

2. Кочетков Д. И. О возможности использования нейросетевых моделей для автоматизации обнаружения лесных пожаров / Д. И. Кочетков, Н. Д. Нащекин // Цифровые технологии: настоящее и будущее : Сборник статей по материалам III Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тольятти, 13 ноября 2024 года. – Тольятти: Частное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинская академия управления», 2024. – С. 88-92.

3. Наумов М. А. Изучение влияния коэффициента распространения на расстояние, время и скорость передачи данных по беспроводной связи LoRa / М. А. Наумов, А. Ю. Карповский, В. Г. Курносов // Техника и технология горного дела. – 2024. – № 4(27). – С. 30-46. – DOI 10.26730/2618-7434-2024-4-30-46.

УДК 614.84

**И.Д. Нужный, **А.А. Кочетова, *С.Н. Ульева*

**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

***ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПЛЕНОК В ЦЕЛЯХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Аннотация: Полимерные материалы и пленки характеризуются сложным поведением в условиях пожара, обусловленным их молекулярной структурой и физическими свойствами. Процессы термического разложения сопровождаются образованием горючих и токсичных продуктов, а также формированием характерных остатков, обладающих диагностической ценностью. Комплексное применение морфологических и физико-химических методов анализа обеспечивает возможность надежной идентификации полимеров и оценки их роли в развитии пожара.

Ключевые слова: Полимерные материалы, пожарно-техническая экспертиза, температура, термические разрушения, условия пожара, идентификация, инфракрасная спектроскопия, газовая хроматография, термогравиметрический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия.

I.D. Nuzhnyy, A.A. Kochetova, S.N. Ulyeva

STUDY OF POLYMERIC MATERIALS AND FILMS FOR THE PURPOSES OF FIRE-TECHNICAL EXPERTISE

Abstracts: Polymer materials and films exhibit complex behavior under fire conditions due to their molecular structure and physical properties. Thermal decomposition processes result in the formation of combustible and toxic products, as well as characteristic residues with diagnostic value. The combined use of morphological and physical-chemical analysis methods allows for reliable identification of polymers and assessment of their role in fire development.

Keywords: Polymer materials, fire and technical expertise, temperature, thermal destruction, fire conditions, identification, infrared spectroscopy, gas chromatography, thermogravimetric analysis, differential scanning calorimetry

Актуальность исследования полимерных материалов в контексте пожарной безопасности обусловлена их повсеместным использованием в промышленности и строительстве, где они составляют до 30 % применяемых компонентов упаковочных и изоляционных систем. Интенсивное внедрение полиэтиленовых и полипропиленовых пленок требует совершенствования методов анализа их поведения при термическом воздействии, что непосредственно влияет на достоверность пожарно-технической экспертизы.

Ключевая проблема современной экспертной практики заключается в трудностях идентификации полимерных материалов после их термического разрушения в условиях пожара. Быстрая деградация макроструктуры полимеров при нагреве приводит к потере характерных признаков, что существенно осложняет установление истинных причин возгорания и объективную оценку пожарной опасности объектов. Данное обстоятельство требует принципиально новых методов анализа, позволяющих реконструировать исходные свойства материалов по их термическим следам и продуктам пиролиза.

Термическое воздействие на полимерные материалы инициирует процессы пиролиза, представляющего собой разложение макромолекул под действием температуры, как правило, в условиях ограниченного доступа кислорода. В ходе пиролиза происходит разрыв химических связей с образованием низкомолекулярных соединений, включая углеводороды, кислородсодержащие продукты и радикальные частицы. Температурные интервалы начала разложения зависят от химической природы полимера: для полиэтилена они составляют порядка 300-350 °C, для полипропилена 280-320 °C, для поливинилхлорида 200-260 °C с характерным выделением хлороводорода, для полиэтилентерефталата 350-400 °C [1].

Образующиеся при пиролизе летучие продукты формируют горючую газовую фазу, обеспечивающую устойчивое горение. Для полимерных пленок характерно интенсивное распространение пламени, обусловленное высокой площадью поверхности и низкой теплоемкостью. Существенную роль играет способность многих термопластов переходить в расплавленное состояние с последующим стеканием. Образующиеся капли расплава нередко сохраняют способность к горению и могут инициировать вторичные очаги пожара, что существенно осложняет реконструкцию его динамики. В процессе горения полимеров формируется широкий спектр продуктов, включающий оксид углерода, диоксид углерода, сажу и токсичные соединения, такие как хлороводород, цианистый водород и оксиды азота. Химический состав продуктов горения определяется структурой исходного полимера и условиями окисления. Например, поливинилхлорид является источником хлороводорода, обладающего выраженным коррозионным и токсическим действием.

Исследование полимерных материалов в рамках пожарно-технической экспертизы основывается на поэтапном применении взаимодополняющих методов, обеспечивающих переход от макроскопической оценки к молекулярно-структурной идентификации [2]. Такой подход обусловлен значительной степенью термической деградации полимеров в условиях пожара и необходимостью восстановления их исходной природы по ограниченному количеству остаточного вещества.

Первичный этап включает визуально-морфологический анализ, направленный на фиксацию геометрии остатков, характера деформаций, признаков плавления и стекания, а также степени обугливания поверхности. Установление морфологических особенностей позволяет реконструировать условия термического воздействия, включая ориентировочный температурный диапазон и направление распространения пламени, а также сформулировать предварительные гипотезы относительно типа полимерного материала.

Ключевое значение для идентификации полимеров имеет инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье [3]. Метод основан на регистрации спектров поглощения, отражающих колебательные переходы в химических связях макромолекул. Наличие характерных полос поглощения, соответствующих функциональным группам, позволяет установить химическую природу материала, а также выявить присутствие модифицирующих добавок. Применение режима нарушенного полного внутреннего отражения обеспечивает возможность анализа твердых остатков без сложной пробоподготовки. При этом следует учитывать, что при глубокой карбонизации информативность спектров может снижаться вследствие разрушения исходной структуры полимера.

Газовая хроматография в сочетании с масс-спектрометрией применяется для анализа летучих продуктов термического разложения. Использование пиролитической приставки позволяет проводить исследование даже при мини-

мальном количестве исходного вещества. Получаемые хромато-масс-спектры отражают состав низкомолекулярных соединений, образующихся при деградации полимера, что дает возможность установить его тип по характерному набору продуктов. Данный метод обладает высокой чувствительностью и селективностью, что делает его незаменимым при исследовании сильно деградированных объектов и при необходимости дифференциации близких по структуре материалов.

Термогравиметрический анализ используется для изучения закономерностей изменения массы образца при нагреве в контролируемых условиях. Анализ кривых потери массы позволяет определить температурные интервалы разложения, количество стадий термодеструкции и величину остатка. Эти параметры отражают термическую устойчивость материала и особенности его химического состава, включая наличие антипиренов и неорганических наполнителей. В экспертной практике результаты термогравиметрического анализа применяются для сопоставления условий пожара с характеристиками исследуемого материала.

Дифференциальная сканирующая калориметрия дополняет термогравиметрический анализ, позволяя регистрировать тепловые эффекты, сопровождающие фазовые и химические превращения. Определение температур плавления, стеклования и экзотермических процессов разложения способствует уточнению типа полимера и степени его термической деградации. Совокупное использование термических методов обеспечивает более полное представление о поведении материала при нагреве.

Микроскопические методы, включая оптическую и сканирующую электронную микроскопию, применяются для исследования микроструктуры поверхности остатков. Анализ морфологии на микроуровне позволяет выявить признаки порообразования, микротрещин и направленного течения расплава, что имеет значение для интерпретации механизмов разрушения и последовательности термического воздействия. Дополнительно могут использоваться элементные методы анализа, позволяющие установить наличие галогенов и других элементов, характерных для отдельных типов полимеров и антипиренов.

В практической деятельности указанные методы применяются в комплексе. Визуально-морфологический анализ формирует исходные предположения, инфракрасная спектроскопия обеспечивает первичную идентификацию, газовая хроматография с масс-спектрометрией подтверждает и уточняет состав, а термические и микроскопические методы позволяют реконструировать условия разрушения материала. Такой интегрированный подход повышает достоверность экспертных выводов и обеспечивает их доказательственную значимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бегишев И.Р. Теория горения и взрыва. — Москва: Академия ГПС МЧС России, 2010. — 60 с.
2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Пожарно-техническая экспертиза: лабораторный практикум. — Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. — 151 с.
3. Клаптюк И.В., Бельшина Ю.Н., Принцева М.Ю., Бурцева А.М. Исследование веществ и материалов методом инфракрасной спектроскопии при проведении пожарно-технических экспертиз. 2026. — 230 с.

УДК 004.738:654.924

В.Т. Олейников, А.Н. Петренко, А.А. Страхолис

Академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ГАРНИЗОНА

Аннотация: в условиях воздействия техногенных, природных и террористических угроз актуальными становятся вопросы обеспечения безопасности функционирования потенциально опасных и критически важных объектов. В статье рассматривается подход к построению беспроводных систем мониторинга состояния территориально распределенных потенциально опасных объектов, не имеющих проводных (оптоволоконных) каналов передачи данных и линий электропитания, подведенных к точкам сбора информации.

Ключевые слова: Территориально распределенный объект, мониторинг, ZigBee, Thread, беспроводные сенсорные сети.

V.T. Oleynikov, A.N. Petrenko, A.A. Strakholis

ON THE ISSUE OF BUILDING WIRELESS SYSTEMS FOR MONITORING THE CONDITION OF TERRITORIAALLY DISTRIBUTED POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS IN THE FIRE AND RESCUE GARRISON

Abstracts: In the context of man-made, natural, and terrorist threats, the issue of ensuring the safety of potentially dangerous and critical facilities has become relevant. This article explores an approach to building wireless systems for monitoring the condition of geographically distributed potentially dangerous facilities that do not have wired (fiber-optic) data transmission channels or power supply lines connected to data collection points.

Keywords: Territorially distributed object, monitoring, ZigBee, Thread, wireless sensor networks.

Территориально распределенный объект, имеющий рассредоточенные на значительные расстояния производственные площадки, конструкции и строения, усложняет использование эффективных инженерных и технических средств, поскольку при значительных контролируемых расстояниях стоимость системы безопасности может превысить стоимость самого объекта.

Основные требования к беспроводной системе мониторинга и контроля состояния территориально распределенных потенциально опасных объектов.

1. Система должна иметь иерархическую многоуровневую структуру:

Уровень 1 – Беспроводные сенсорные сети WSNs (Wireless Sensor Networks), состоящие из двух основных типов узлов:

- сенсорные узлы, каждый из которых оснащен датчиками, микроконтроллерами, модулями беспроводной передачи данных и источниками энергии. Основная задача этих узлов заключается в сборе параметров, характеризующих состояние объекта и окружающей среды, и передаче этих данных узлу координатору либо непосредственно, либо через другие сенсорные узлы.

- узел координатор, также известный как шлюз (Gateway) или базовая станция (БС), является интерфейсом, соединяющим сенсорную сеть с внешними сетями. Функция узла координатора: прием информации от сенсорных узлов и передача полученных данных в центр обработки.

Уровень 2 – это сеть более высокого уровня, построенная по технологии Wi-Fi или WiMax, узлами которой являются координаторы (шлюзы) беспроводной сенсорной сети объекта мониторинга.

Уровень 3 – мультисервисная сеть передачи данных, узлами которой являются центральная станция мониторинга и средства обмена информацией с диспетчерскими автоматизированными рабочими местами ЦППС и ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту РФ.

2. Используемые при построении системы технические решения на уровне 1 должны обеспечивать низкое энергопотребление беспроводной сенсорной сети.

3. Должна обеспечиваться защита обрабатываемых в системе данных. Для этого необходимо использовать алгоритмы, которые обеспечивают высокую надёжность шифровки при минимальных системных требованиях. Этому требованию соответствует, например, шифр «Кузнечик» по ГОСТ Р 34.12–2015 [1,2] и ультралёгкий блочный шифр PRESENT [3].

Технологии, используемые для построения беспроводной сети мониторинга состояния потенциально опасных объектов на территории пожарно-спасательного гарнизона

Технология ZigBee

В настоящее время технология беспроводной связи ZigBee, работающая на основе стандарта IEEE 802.15.4 [4] и обеспечивающая связь на коротких расстояниях с низким энергопотреблением и низкой скоростью передачи данных, является одной из технологий, с помощью которой можно решить задачи мониторинга, и для которой программно-технические устройства выпускаются отечественными производителями [5,6].

На уровне 1 предлагается построение самоорганизующихся беспроводных сенсорных сетей, основанных на протоколе передачи данных стандарта ZigBee.

ZigBee - это беспроводная технология, разработанная для приложений с низкой скоростью передачи данных, экономичностью и увеличенным временем автономной работы. Она работает в диапазонах частот 868 МГц, 915 МГц и 2,4 ГГц и обеспечивает максимальную скорость передачи данных 250 Кбит/с. ZigBee использует энергосберегающие технологии, благодаря чему беспроводные устройства в системах ZigBee большую часть времени работают в энергосберегающем режиме. Это значительно снижает потребность в частой замене элементов питания, позволяя устройствам надёжно работать в течение многих лет.

В основе сети ZigBee лежит ячеистая топология (mesh-топология), при которой каждый узел сети может связываться с любым другим узлом как напрямую, так и через промежуточные узлы сети. Ячеистая топология предлагает альтернативные варианты выбора маршрута между узлами.

Беспроводные устройства, работающие в сетях ZigBee, можно разделить на два основных типа: полнофункциональные устройства (Full-Function Devices, FFD), которые обладают расширенными возможностями и могут взаимодействовать как с FFD, так и с RFD, и устройства с ограниченной функциональностью (Reduced-Function Devices, RFD), которые могут взаимодействовать только с FFD, но не с другими RFD.

В сетях FFD есть устройство, известное как сетевой координатор PAN (Personal Area Network, «персональная сеть»), которое служит центральным узлом и хабом для выполнения функций ZigBee. Помимо подключения к приложению, сетевой координатор PAN берет на себя такие задачи, как управление идентификационными данными других участников сети, поддержание информации о состоянии канала связи и пересылка пакетов.

С точки зрения сетевой топологии, в устройствах ZigBee присутствуют три основных элемента: сетевой координатор, сетевые маршрутизаторы и конечные сетевые устройства.

- **Координатор:** отвечает за создание сети и распределение ресурсов.

- **Маршрутизатор:** используется для обнаружения, создания и поддержания информации о маршрутизации сетевых пакетов, а также для их пересылки.

- **Конечное устройство:** относится к пользовательскому оборудованию, способному самостоятельно подключаться к сети и выходить из нее, а также принимать и отправлять сетевые пакеты. Однако конечные устройства не выполняют функции маршрутизации и пересылки.

Координаторы и маршрутизаторы обычно реализуются в виде устройств FFD, а конечные устройства – в виде устройств RFD.

В рассматриваемой сети конечные устройства – это датчики, контролирующие различные физические параметры и величины, которые характеризуют техногенные и природные факторы потенциальной опасности объекта. Каждый автономно работающий датчик образует оконечный сенсорный измерительный модуль, состоящий из приемо-передающего блока, датчика (сенсора) физических величин, блока сопряжения и модуля электропитания. Протокол ZigBee позволяет сенсорным измерительным модулям (СИМ) самим организовываться в распределенные сети, связываться друг с другом и передавать пакет данных с результатом замеров от конечного устройства по радиоканалу между ближайшими СИМ по цепочке, от одного СИМ к другому, пока тот не достигнет конечной точки маршрута – координатора.

Однако следует отметить, что на базе стандарта IEEE 802.15.4 разработан **протокол Thread [7,8]:** малоэнергопотребляющий, безопасный и масштабируемый открытый протокол беспроводной ячеистой сети на базе IPv6, предназначенный для плавной интеграции с другими IP-сетями.

Общее между технологиями Zigbee и Thread:

- Zigbee и Thread работают в общедоступном диапазоне частот 2,4 ГГц, который обеспечивает хороший баланс между радиусом действия и пропускной способностью.

- Zigbee и Thread поддерживают ячеистую сеть, что позволяет устройствам подключаться друг к другу и взаимодействовать децентрализованно. Эта функция увеличивает зону покрытия, отказоустойчивость и надежность сети, поскольку устройства могут направлять сообщения по нескольким маршрутам и обходить потенциальные точки отказа.

- Оба протокола ориентированы на низкое энергопотребление, что крайне важно для устройств с батарейным питанием. Такой подход к энергоэффективности позволяет устройствам, использующим любой из этих протоколов, работать дольше без подзарядки и потреблять меньше энергии.

- Zigbee и Thread используют стандарт IEEE 802.15.4 в качестве базовой технологии беспроводной связи.

Основные различия между технологиями Zigbee и Thread:

- Основное различие между Zigbee и Thread заключается в том, что Zigbee - это комплексное решение с собственным прикладным и сетевым уровнями.

- Thread, в свою очередь, — это исключительно сетевой протокол на основе IPv6, который может работать с различными прикладными уровнями для обмена данными между устройствами.

Ключевые особенности и преимущества Thread:

- **Поддержка IPv6:** Одной из отличительных особенностей Thread является поддержка IPv6. Каждому устройству в сети Thread присваивается уникальный IPv6-адрес, что обеспечивает прямую и бесперебойную связь с другими устройствами и интернетом в целом. Это открывает новые возможности для прямой связи между устройствами и облачной интеграции.

- **Низкое энергопотребление:** технология Thread разработана с учетом энергоэффективности, поэтому она хорошо подходит для устройств с батарейным питанием. Устройства могут использовать спящий режим с низким энергопотреблением и эффективно расходовать энергию, при этом оставаясь подключенными к сети.

- **Безопасность:** В Thread используются надежные механизмы безопасности, включая сквозное шифрование, безопасный обмен ключами и аутентификацию. Thread обеспечивает встроенную сквозную защиту с помощью алгоритма AES-CCM и обязательного ввода устройств в эксплуатацию, в то время как безопасность Zigbee основана на шифровании AES-128 и необязательном вводе устройств в эксплуатацию.

- **Масштабируемость:** Thread поддерживает крупномасштабные сети с сотнями устройств. Его ячеистая архитектура позволяет легко расширять сеть без ущерба для производительности. Новые устройства могут легко подключаться к сети, а ячеистая маршрутизация эффективно распределяет трафик.

- **Функциональная совместимость:** технология Thread хорошо сочетается с другими сетевыми технологиями, такими как Wi-Fi, WiMax и Ethernet. Благодаря этой совместимости устройства с поддержкой Thread можно интегрировать в существующие промышленные системы.

Таким образом, использование предлагаемого подхода к построению беспроводных сетей мониторинга территориально распределенных объектов позволит разворачивать, используя отечественные программно-технические средства, эффективные системы контроля состояния таких объектов, как потенциально опасных, так и критически важных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 34.12-2015. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры.
2. Овчинников А.И., Мелешин А.Е., Истомин А.А. Исследование различных

характеристик шифра «Кузнечик» на российских процессорах и платформах IoT. URL: https://www.ruscrypto.ru/resource/archive/rc2018/files/10_Ovchinnikov.pdf (дата обращения: 28.03.2026)).

3. Ищукова Е.А., Салманов В.Д., Шамильян О.П., Половко И.Ю. Приемы повышения скорости шифрования данных с использованием алгоритма шифрования PRESENT // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 44-49;

URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38030> (дата обращения: 28.03.2026).

4. IEEE Std 802.15.4-2011, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs). URL: <https://www.di.univr.it/documenti/OccorrenzaIns/matdid/matdid342697.pdf> (дата обращения: 28.03.2026).

5. Беспроводные радиомодули для всех нелицензируемых диапазонов, поддерживающие различные стеки протоколов: ZigBee, SimpliciTI, 6LoWPAN.

URL: http://www.sysmc.ru/solutions/wireless_modules_modems/modules/ (дата обращения: 28.03.2026).

6. ZigBee модемы с ретрансляцией URL: <https://promodem.ru/produkty/zigbee-modemy/> (дата обращения: 28.03.2026).

7. Thread IoT Protocol: A low-power Mesh Network. URL: <https://esp32tutorials.com/thread-iot-protocol/> (дата обращения: 28.03.2026)

8. Zigbee vs Thread: Which Smart Home Protocol Wins in 2026? URL: <https://www.smarthomeperfected.com/zigbee-vs-thread/> (дата обращения: 28.03.2026).

УДК 614.841:351.778.5

А.Т. Павленко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

О РАНЖИРОВАНИИ ФАКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЛИЧНОГО СОСТАВА ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

Аннотация: Представлена математическая модель ранжирования факторов профессионального риска для личного состава пожарно-спасательных подразделений при ликвидации техногенных пожаров. Модель основана на статистическом анализе происшествий, позволяет рассчитывать интегральный индекс риска операции и выделять доминирующие опасности для обоснования тактических решений.

Ключевые слова: профессиональный риск, пожарно-спасательные подразделения, техногенный пожар, математическая модель, опасные факторы пожара, интегральный индекс риска, ранжирование.

A.T. Pavlenko

ON RANKING OF OCCUPATIONAL RISK FACTORS FOR PERSONNEL OF FIRE AND RESCUE UNITS DURING TECHNOGENIC FIRE RESPONSE

Abstracts: A mathematical model for ranking occupational risk factors for personnel of fire and rescue units during technogenic fire response is presented. The model is based on statistical analysis of incidents, allows calculating an integral risk index of an operation and identifying dominant hazards for substantiating tactical decisions.

Keywords: occupational risk, fire and rescue units, technogenic fire, mathematical model, fire hazards, integral risk index, ranking.

Управление профессиональными рисками в деятельности пожарно-спасательных подразделений (далее – ПСП) при ликвидации техногенных пожаров требует объективных методов оценки, способных учитывать комплексное воздействие множества опасных факторов. Техногенные пожары на объектах энергетики, химической промышленности, складах горючих веществ характеризуются одновременным действием теплового излучения, токсичных продуктов горения, риска взрыва и обрушения конструкций. Традиционные методы оценки риска, закрепленные в наставлениях, часто носят описательный характер и не учитывают статистических закономерностей сочетанного воздействия [1, 2]. Статистика травматизма при тушении техногенных пожаров свидетельствует об устойчивой доле случаев с комбинированным поражением [3, 4]. В 2024 г. количество пожаров составило 347 506, число травмированных – 8 350 чел., что подтверждает высокий уровень профессионального риска для спасателей [4].

Цель исследования – разработка формализованной методики ранжирования факторов профессионального риска для личного состава ПСП при ликвидации техногенных пожаров, позволяющей количественно оценивать совокупную опасность операции.

Постановка задачи. Пусть $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ – множество опасных факторов для ПСП (тепловой поток, токсичные газы, взрывная волна, обрушение, психоэмоциональная нагрузка и др.). Пусть $I = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$ – множество инцидентов с травмами личного состава. Для заданной операции по тушению техногенного пожара Op необходимо:

1. Выделить актуальное подмножество факторов $F_{Op} \subseteq F$.
2. Для каждого $f_j \in F_{Op}$ определить ситуативную выраженность $r_j \in [R_{min}, R_{max}]$.
3. Рассчитать интегральный индекс риска $R(Op)$ и категорию риска.

Математическая модель. На основе функции инцидентности $\varphi(f_j, i_m)$ равна 1, если фактор зафиксирован в инциденте) вычисляются частота $p_j = \frac{\sum_m \varphi(f_j, i_m)}{k}$, матрица сочетанности $c_{jl} = \sum_{m=1}^k (\varphi(f_j, i_m) \cdot \varphi(f_l, i_m))$ и тяжесть h_j (средний балл последствий, 1-4).

Статистический вес фактора (1)

$$\omega_j = \alpha \cdot p_j + \beta \cdot \left(\sum_{l \neq j} c_{jl} / \max(C) \right) + \gamma \cdot h_j \quad (1)$$

где α, β, γ – нормированные экспертные коэффициенты (например, 0,5; 0,3; 0,2).

Каждому фактору присваивается классификационный код $\psi(f_j)$ по трём критериям (генезис: первичный/вторичный/сопутствующий; природа: термический/токсический/баро-динамический/механический; время воздействия: импульсный/постоянный/кумулятивный). Для кода определён поправочный коэффициент μ_j (для импульсных баро-динамических $\mu = 1,8$, для постоянных термических $\mu = 1,0$).

Интегральный индекс риска операции вычисляется по (2):

$$R(O_p) = \sum_{f_j \in F_{Op}} \left(\omega_j \cdot \frac{r_j}{R_{max}} \cdot \mu_j \right) \quad (2)$$

где R_{max} – максимальная балльная оценка (обычно 5). Категория риска определяется порогами $T1, T2, T3$: приемлемый – $0 \leq R < T1$, повышенный – $T1 \leq R < T2$, высокий – $T2 \leq R < T3$ и критический – $R \geq T3$.

Алгоритм ранжирования реализуется в три этапа.

Этап I (подготовка). На основе ретроспективных данных (отчёты МЧС России, Ростехнадзора) формируется перечень факторов F , рассчитываются ω_j, μ_j и пороги T .

Этап II (оперативный расчёт). Руководитель тушения пожара (далее – РТП) на основе разведки определяет F_{Op} и оценивает r_j (например, для теплового потока – 4, для токсичности – 5, для обрушения – 2). По формуле (1) вычисляется $R(O_p)$.

Этап III (интерпретация). Сравнением $R(O_p)$ с порогами устанавливается категория риска, на основании которой принимаются тактические решения: при повышенном риске – обязательная проверка СИЗОД и назначение поста безопасности; при высоком – привлечение дополнительных средств защиты; при критическом – переход к дистанционному тушению.

Пример ранжирования для техногенного пожара. Рассмотрена операция тушения пожара на складе литий-ионных аккумуляторов. Факторы F_{op} : f_1 – тепловой поток ($r_1 = 4$), f_2 – выброс токсичных газов ($r_2 = 5$), f_3 – взрывная волна ($r_3 = 3$), f_4 – обрушение конструкций ($r_4 = 2$). Веса (получены из статистики): $\omega_1 = 0,25$, $\omega_2 = 0,30$, $\omega_3 = 0,20$, $\omega_4 = 0,10$. Поправочные коэффициенты: $\mu_1 = 1,0$, $\mu_2 = 1,0$, $\mu_3 = 1,8$, $\mu_4 = 1,2$. $R_{\max} = 5$. Расчёт: $R = 0,25 \cdot (4/5) \cdot 1,0 + 0,30 \cdot (5/5) \cdot 1,0 + 0,20 \cdot (3/5) \cdot 1,8 + 0,10 \cdot (2/5) \cdot 1,2 = 0,20 + 0,30 + 0,216 + 0,048 = 0,764$. После масштабирования (умножение на 3) $R = 2,29$, что соответствует категории «повышенный риск». Это обосновывает необходимость усиленного контроля и использования теплоотражательных костюмов.

Заключение. Разработанная математическая модель позволяет ранжировать факторы профессионального риска для личного состава ПСП при ликвидации техногенных пожаров, обеспечивая количественную, воспроизводимую основу для принятия решений. Модель может быть интегрирована в автоматизированные системы поддержки решений РТП и использована для обоснования тактики, выбора защитного снаряжения и планирования операций [5, 6]. Дальнейшее развитие предполагает уточнение весовых коэффициентов по мере накопления данных и интеграцию с системами мониторинга опасных факторов на пожаре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова А.А., Шишкунов В.Г. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере : учеб. пособие. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с.
2. Федосов А.В., Закирова З.А., Абдрахимова И.Р. Перспективы применения риск-ориентированного подхода в области промышленной безопасности // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2018. – № 1. – С. 145–161.
3. Ростехнадзор. Обзор аварийности и травматизма на объектах топливно-энергетического комплекса за 2021 год. – URL: <https://www.gosnadzor.ru/news/64/4143/> (дата обращения: 10.12.2025).
4. Ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». – М. : МЧС России, 2025. – 277 с.
5. Графкина М.В., Свиридова Е.Ю., Королев В.И. Информационные технологии в анализе и прогнозировании производственного травматизма // Экономика труда. – 2019. – Т. 6, № 2. – С. 913–922.
6. Беленький В.М. Автоматизированная система управления охраной труда на предприятии // Технологии техносферной безопасности. – 2011. – № 1(35). – С. 15.

УДК 614.841.3:658.382.3

К.К. Панайотов

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

ДИНАМИЧЕСКИЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ИНДЕКС АДАПТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ КАК ОСНОВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНЫМИ РИСКАМИ НА ОБЪЕКТЕ

Аннотация: В статье предложен новый подход к оперативной оценке состояния противопожарной защиты объекта. Представлена математическая модель динамического интегрального индекса адаптивности, который в реальном времени объединяет данные о техническом состоянии систем пожаротушения, дымоудаления, газоконтроля, а также о действиях персонала и внешних условиях. Показано, как индекс помогает принимать решения. Приведён пример расчёта для склада легковоспламеняющихся жидкостей.

Ключевые слова: пожарный риск, адаптивность, интегральный индекс, противопожарная защита, интеллектуальное управление, реальное время, динамическая оценка.

К.К. Panayotov

DYNAMIC INTEGRAL INDEX OF FIRE PROTECTION SYSTEM ADAPTABILITY AS A BASIS FOR INTELLIGENT FIRE RISK MANAGEMENT AT A FACILITY

Abstracts: The article proposes a new approach to operational assessment of the state of fire protection at a facility. A mathematical model of a dynamic integral adaptability index is presented, which in real time combines data on the technical condition of fire extinguishing systems, smoke exhaust, gas monitoring, as well as on personnel actions and external conditions. It is shown how the index helps in decision-making. A calculation example for a flammable liquid warehouse is given.

Keywords: fire risk, adaptability, integral index, fire protection, intelligent management, real time, dynamic assessment.

Введение

Скажем прямо: современные объекты с массовым пребыванием людей или с обращением горючих веществ – это сложные системы. Пожар может начаться неожиданно, и хорошо бы заранее знать, насколько наша противопожарная защита готова к этому. Но вот какая беда: большинство существующих методик оценки пожарных рисков – статичные. Они проверяют наличие

огнетушителей, акты, инструкции раз в полгода или год. А что происходит между проверками? Система автоматического пожаротушения может быть неисправна, датчики запылены, персонал забыл, как пользоваться средствами защиты. А тут ещё погода, загруженность объекта – всё меняется [1, 2].

Как показывает практика, большинство серьёзных пожаров происходит именно тогда, когда системы защиты были «бумажно» исправны, но реально не работали. Или когда люди растерялись. Поэтому нам нужен не просто статический показатель риска (типа «вероятность × последствия»), а что-то более живое. То, что отслеживает ситуацию здесь и сейчас. То, что можно назвать адаптивностью системы противопожарной защиты.

Обратим внимание: в смежных областях – например, на транспорте – уже используют динамические индексы [3]. В этой статье разрабатывается показатель динамического интегрального индекса адаптивности системы противопожарной защиты. Этот индекс должен показывать, насколько объект готов противостоять пожару в каждый конкретный момент времени.

Постановка задачи

Необходимо оценить показатель $I_a(t)$, который меняется во времени (например, каждые 10 секунд) и лежит в пределах от 0 до 1. Единица – всё отлично, риски под контролем. Ноль – катастрофа, надо срочно эвакуировать людей и вызывать пожарных.

Этот показатель должен учитывать несколько групп факторов:

Технические средства – как работают датчики дыма, газоанализаторы, спринклеры, насосы, системы дымоудаления.

Человеческий фактор – насколько персонал обучен, не устал, не паникует, соблюдает правила.

Внешние условия – температура, ветер, наличие взвешенной пыли, загруженность объекта.

Организационные меры – есть ли инструкции, проведён ли инструктаж, исправны ли пути эвакуации.

В идеале, индекс должен подсказывать – «всё хорошо», «нужно проверить вентиляцию» или «немедленно остановить работы».

Математическая модель индекса адаптивности

Возьмём за основу идею, которая уже хорошо зарекомендовала себя в задачах динамического управления рисками [4, 5]. Модель будет выглядеть как (1):

$$I_a(t) = 1 - \sum_{j=1}^n (w_j(t) \cdot K_j(t) \cdot (1 - Z_j(t))) \quad (1)$$

где j – индекс группы опасных факторов (технические, дорожно-транспортные, эргономические, психофизиологические), $j = \overline{1, n}$, n – количество опасных факторов; $w_j(t)$ – показывает, насколько важна именно эта

группа прямо сейчас. Веса могут меняться. Скажем, если на улице гроза, вес внешних факторов возрастает. Если только что провели инструктаж, вес человеческого фактора временно снижается. Сумма всех весов равна 1.

$K_j(t)$ – это «негативный потенциал» группы. По сути, насколько велика угроза. Для технических систем мы оцениваем её по данным с датчиков: например, давление в магистрали пожаротушения упало на 30% – K растёт.

$Z_j(t)$ – коэффициент защищённости. Он показывает, насколько эффективно мы парируем эту угрозу. Если автоматика сработала, вентиляция включилась, люди надели противогазы – Z высокий. Если ничего не работает – Z низкий.

Произведение $K_j(t) \cdot (1 - Z_j(t))$ – это, по сути, «незащищённая» часть угрозы. Чем она больше, тем больше вычитаем из единицы, и тем меньше I_a .

Чтобы индекс был реализован в реальном времени, нужны источники информации. Современные системы автоматической противопожарной защиты уже оснащаются датчиками давления, расхода, газоанализаторами, видеокамерами. Можно добавить данные с контроллера приёмно-контрольного прибора (сколько шлейфов в норме, сколько в неисправности); информацию о состоянии путей эвакуации (например, видеодетекция загромождений); результаты электронных тестов персонала (можно проводить перед сменой); метеоданные.

Допустим, раз в минуту все эти данные стекаются в небольшой вычислительный модуль (или в облако). Модуль нормализует их – приводит к безразмерному виду от 0 до 1 – и подставляет в формулу. Так и получается I_a .

Настройка весов $w_j(t)$ – это самый сложный момент. Их можно задать экспертно, а можно обучать нейронную сеть на исторических данных о пожарах и инцидентах. Но для начала можно использовать простые правила: если сработал хотя бы один датчик газа, вес технической группы резко возрастает. Если нарушена эвакуация – вес организации.

Пример расчёта для склада ЛВЖ

Пусть имеется склад легковоспламеняющихся жидкостей. Выделим три группы факторов:

1. Технические системы ($j = 1$). Имеется автоматическая пенная установка пожаротушения. Датчики показывают, что напор в магистрали снизился на 20 % ($K_1 = 0,4$ по шкале от 0 до 1). При этом система управления исправна, клапаны открываются – значит, защищённость $Z_1 = 0,85$. Вес этой группы в обычных условиях $w_1 = 0,5$.

2. Человеческий фактор ($j = 2$). Сегодня на складе работают три человека. Двое прошли обучение месяц назад, а один – год назад. Система видеоконтроля показывает, что он периодически отвлекается. Оценим негативный потенциал $K_2 = 0,6$. Защищённость Z_2 – это, по сути, доля правильных действий при проверке, скажем 0,7. Вес $w_2 = 0,3$.

3. Внешние условия ($j = 3$). На улице жара $+35^{\circ}\text{C}$, ветер 5 м/с. Это способствует быстрому распространению пожара. $K_3 = 0,5$. Есть запас воды, противопожарные разрывы соблюдены – $Z_3 = 0,9$. Вес $w_3 = 0,2$.

Вычислим $I_a = 1 - [0,5 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,85) + 0,3 \cdot 0,6 \cdot (1 - 0,7) + 0,2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,9)] = 0,906$. Что это значит? Адаптивность высокая – 0,91. Но основной вклад в риск даёт человеческий фактор (0,054). Можно дать рекомендацию: провести внеплановый инструктаж с тем сотрудником, который не обновлял знания. И проверить давление в магистрали, хотя неисправность и небольшая.

Если бы техническая неисправность была серьезнее – скажем, $K_1 = 0,9$, $Z_1 = 0,2$ – тогда вклад стал бы $0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,36$, и I_a упал бы до 0,55 – это уже красная зона, нужно требовать замены насоса до начала работ.

Значение индекса $I_a(t)$ можно выводить на пульт диспетчера в виде цветного индикатора: зелёный (0,8-1,0), жёлтый (0,6-0,8), красный ($<0,6$). При переходе в жёлтую зону система сама формирует сообщение: «Проверьте систему пенотушения». При красной – «Остановка работ, эвакуация». Можно также настроить автоматическое дублирование сигнала на планшеты руководителей.

Такой подход позволяет увидеть заблаговременно снижение адаптивности заранее и дает возможность оперативно принять решения.

Заключение

Таким образом, был предложен динамический интегральный индекс адаптивности системы противопожарной защиты. В отличие от статических оценок, он работает в реальном времени, объединяет технические, человеческие и внешние факторы, помогает принимать обоснованные решения. Пример расчёта подтвердил его работоспособность. Такая модель может стать основой для интеллектуальных систем управления пожарной безопасностью на промышленных объектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году». – М. : МЧС России, 2025. – 277 с.
2. Белов П.Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум. – М. : Юрайт, 2025. – 721 с.
3. Кочина С.К. Диагностика риск-адаптивности промышленного предприятия в новых экономических реалиях // Kant. – 2023. – № 1(46). – С. 46–52.
4. Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Терехов А.Н. Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 2(61). – С. 25–36.

5. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М. : Стандартинформ, 2019. – 28 с.

6. Повичанов, А. А. Обзор проблематики и перспективных методов интеллектуального анализа данных о состоянии водителей транспортных средств / А. А. Повичанов // Экономика и качество систем связи. – 2024. – № 4(34). – С. 159-172.

УДК 614.841.41

Е.С. Попова, В.Г. Спиридонова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЯГКИХ ИГРУШЕК

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос оценки пожарной опасности натуральных и синтетических материалов, используемых в качестве внешней тканевой оболочки при пошиве мягких игрушек. Представлены результаты испытаний на воспламеняемость, значения вертикальной и горизонтальной скорости распространения пламени по поверхности текстильного материала.

Ключевые слова: текстильные материалы, мягкие игрушки, пожарная опасность, воспламеняемость, скорость распространения пламени.

E.S. Popova, V.G. Spiridonova

FIRE HAZARD OF TEXTILE MATERIALS USED IN THE MANUFACTURE OF SOFT TOYS

Abstracts: the article discusses the assessment of fire hazard of natural and synthetic materials used as an outer fabric shell in the sewing of soft toys. The results of tests on flammability, the values of vertical and horizontal speed of flame propagation on the surface of textile material are presented.

Keywords: textile materials, soft toys, fire hazard, flammability, flame spread rate.

Мягкие игрушки являются неотъемлемой частью детства, сопровождая ребенка с первых месяцев жизни. Они выполняют не только игровую, но и развивающую, эстетическую, а в ряде случаев и психотерапевтическую функцию. Ежегодно в мире производится миллионы мягких игрушек, и основным материалом для их изготовления служат текстильные полотна различного состава и структуры. В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к замещению натуральных волокон (хлопка, льна, шерсти) синтетическими материалами. Полиэфирные волокна (полиэстер) и ткани на их основе – плюш, флис, вельбоа, бархат, искусственный мех – занимают доминирующее

положение на рынке материалов для мягких игрушек благодаря доступной стоимости, прочности, устойчивости к многократным стиркам и привлекательному внешнему виду.

Вместе с тем, синтетические текстильные материалы обладают специфическими характеристиками горения, которые существенно отличаются от горения натуральных волокон. При воздействии открытого пламени полиэстер плавится, выделяет значительное количество тепла и токсичных продуктов горения (циановодород, оксид и диоксид углерода, альдегиды), а также образует горящие капли расплава, способные инициировать вторичные очаги возгорания и наносить тяжёлые термические ожоги. Данные особенности делают мягкие игрушки из синтетических тканей потенциально более опасными в случае возникновения пожара по сравнению с игрушками из натуральных материалов [1, 2].

Для проведения исследований были отобраны широко используемые для пошива игрушек образцы тканей из синтетических волокон, характеристика которых представлена в табл. 1.

*Таблица 1. Характеристика исследуемых образцов
синтетических текстильных материалов*

Номер образца	Наименование материала	Состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Особенности
1	Флис	100 % полиэстер	130	-
2	Плюш Минки	100 % полиэстер	180	ворс 1,5 мм
3	Бархат	96 % полиэстер + 4 % эластан	200	-
4	Вельбоа длинноворсовый	100 % полиэстер	220	ворс 3-5 мм
5	Букле	100 % полиэстер	320	завитки 4 мм

Образцы подвергались испытаниям на воспламеняемость в соответствии с ГОСТ Р 50810-95. Для отнесения ткани к легковоспламеняемой должно быть зафиксировано остаточное пламенное горение, прогорание образца до кромки, загорание хлопчатобумажной ваты, поверхностная вспышка, обугливание участка длиной более 150 мм [3]. При воздействии источника зажигания для всех образцов наблюдалось плавление текстильного материала с образованием горящих капель, падающих вниз на поверхность хлопчатобумажной ваты. Кроме того, образующиеся спекшиеся частицы приводят к неравномерному распространению пламени по поверхности образца и его дальнейшему затуханию. Все исследуемые образцы были охарактеризованы как легковоспламеняемые.

Для сравнения пожароопасных свойств исследуемых текстильных материалов и получения результатов испытания в сравниваемых количественных величинах проводилось измерение скорости распространения пламени по поверхности для вертикально и горизонтально ориентированных образцов. Процесс распространения пламени по поверхности тканей при проведении испытания представлен на рисунке.



Рисунок. Образцы тканей «вельбоа длинноворсовый»
при определении вертикальной скорости распространения пламени (а)
и «бархат» при определении горизонтальной скорости
распространения пламени (б)

Результаты определения скорости распространения пламени по поверхности вертикально и горизонтально ориентированных образцов синтетических текстильных материалов для пошива игрушек представлены в табл. 2.

*Таблица 2. Результаты определения скорости распространения пламени
для синтетических тканей*

Номер образца	Горизонтальная скорость, мм/с	Вертикальная скорость, мм/с
1	2,89	4,55
2	3,37	6,02
3	3,15	5,67
4	3,77	9,55
5	1,53	4,17

Анализ полученных результатов показывает, что большей скоростью распространения пламени обладают ткани с ворсом – «плюш Минки» и «вельбоа длинноворсовый». Ткань «флис», имеющая наименьшую поверхностную плотность из рассматриваемых образцов, быстро спекается и препятствует

дальнейшему распространению пламени. Так же, как и в испытаниях на воспламеняемость, результаты для ткани «букле» свидетельствуют о меньшей пожарной опасности. При проведении испытаний для всех образцов отмечалось образование и падение горящих капель.

В качестве образцов сравнения были выбраны текстильные материалы из натуральных волокон, характеристика которых представлена в табл. 3.

*Таблица 3. Характеристика исследуемых образцов
натуральных текстильных материалов*

Номер образца	Наименование материала	Состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Результат испытаний на воспламеняемость
1	Бязь	100 % хлопок	140	ЛВ
2	Фланель	100 % хлопок	180	ЛВ
3	Лен	100 % лен	260	ЛВ
4	Махровая ткань	100 % хлопок	435	ЛВ
Примечание: ЛВ – легковоспламеняемый.				

В соответствии с ГОСТ Р 50810-95 [3] исследуемые образцы тканей были охарактеризованы как легковоспламеняемые. Результаты определения вертикальной и горизонтальной скорости распространения пламени по поверхности натуральных тканей представлены в табл. 4.

*Таблица 4. Результаты определения скорости распространения пламени тканей
из натуральных волокон*

Номер образца	Горизонтальная скорость, мм/с	Вертикальная скорость, мм/с
1	2,84	26,99
2	2,32	22,9
3	2,32	17,8
4	1,08	8,9

Наибольшая скорость распространения пламени наблюдается для ткани «бязь», наименьшая скорость распространения пламени – для ткани «махровая ткань». Представленные результаты показывают, что между поверхностной плотностью натуральных текстильных материалов и скоростью распространения пламени наблюдается обратно пропорциональная зависимость.

Таким образом, горение натуральных и синтетических материалов имеет разницу, которая заключается в следующем: целлюлозные материалы характеризуются высокой скоростью воспламенения, интенсивным пламенным го-

рением и длительным тлением при относительно низкой токсичности продуктов разложения, тогда как синтетические ткани плавятся с образованием горящих капель расплава, не тлеют после прекращения горения, но выделяют токсичные вещества. Полученные результаты могут быть использованы в качестве дополнения к существующим базам данных по пожарной опасности текстильных материалов [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников К.Н. Химические волокна: словарь-справочник / под ред. проф. А.А. Конкина. М.: Химия, 1973. 192 с.
2. Пузач С.В., Бачурин Д.В., Акперов Р.Г., Болдрушкевич О.Б., Балаев А.А. Образование токсичных газов при горении мягких игрушек в многофункциональных торгово-развлекательных комплексах // Пожаровзрывобезопасность. 2023. № 32 (1). С. 41-50.
3. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. М.: Издательство стандартов, 1995. 12 с.
4. Циркина О.Г. Актуализация справочной информации о показателях пожарной опасности текстильных материалов / О.Г. Циркина, В.Г. Спиридонова, А.Х. Салихова [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. № 1 (54), 2025. С. 135-144.

УДК 614.843

А.А. Потапов, В.Б. Бубнов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН ВО ВРЕМЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Аннотация: В статье рассматривается роль водонапорных башен как элемента инфраструктуры противопожарного водоснабжения. Анализируется их историческое значение в обеспечении стабильного запаса воды и необходимого напора для борьбы с возгораниями на засушливых участках.

Ключевые слова: свод правил, стратегическое значение, водонапорная башня, тушение пожаров.

A.A. Potapov, V.B. Bubnov

THE IMPORTANCE OF WATER TANKS DURING FIRE EXTINGUISHING

Abstracts: The article discusses the role of water towers as an element of firewater supply infrastructure. It analyzes their historical significance in ensuring a stable water supply and the necessary pressure for combating fires in arid areas.

Keywords: code of regulations, strategic importance, water tower, firefighting.

Появление водонапорных башен в качестве значимого элемента городской застройки относится к XIX веку и было обусловлено стремительной урбанизацией и развитием промышленности. С ростом городов возникла острая потребность в стабильной подаче воды на верхние этажи зданий и, что не менее важно, в возможности максимально быстро реагировать на возгорание. Стратегическое значение этих сооружений было настолько велико, что они возводились вдоль железнодорожных путей, где становились жизненно необходимы не только для заправки паровозов, но и для защиты от пожаров всей прилегающей территории.

Строительство водонапорных башен шло по типовым проектам, авторами которых нередко выступали выдающиеся архитекторы своего времени. Башни, возводимые из натурального камня и полнотелого кирпича, с деревянными куполами, покрытыми кровельной жстью, формировали неповторимы архитектурный облик городов и нередко причислялись к историческим памятникам. Однако, несмотря на порой вычурную внешность, их конструкция была строго функциональна: кирпичный ствол удерживал массивный металлический или железобетонный бак, а шатер над ним предохранял воду от атмосферных осадков и замерзания в зимнее время.

На современном этапе функционирование водонапорных башен в качестве источников противопожарного водоснабжения регулируется нормативными документами [1]. Основные нормативные требования, определяющие значение башен при тушении пожаров, включают следующие положения: Объем пожарного запаса: [1] пожарный объем воды в баках должен рассчитываться на тушение одного пожара в здании или сооружении с использованием гидрантов и пожарных кранов внутреннего водопровода в течение десяти минут, при одновременном наибольшем расходе воды на другие нужды. Это критически важные минуты, необходимые для локализации возгорания до введения в действие основных сил и насосного оборудования. Оборудование для забора воды: [2] категорически предписывают, что водонапорные башни должны быть приспособлены для забора воды пожарной техникой в любое время года.

Защита неприкосновенного запаса: Законодательно запрещено использование запаса воды, предназначенного для нужд пожаротушения, в хозяйственных или производственных целях.

Автоматизация: Для обеспечения мгновенного реагирования напорные резервуары и водонапорные башни противопожарных водопроводов высокого давления должны оснащаться автоматическими устройствами, обеспечивающими их отключение при пуске пожарных насосов, тем самым предотвращая избыточное давление в сети и нерациональный расход воды.

Энергонезависимость: Для обеспечения бесперебойной работы в условиях чрезвычайных ситуаций, когда централизованное электроснабжение может быть нарушено, для водонапорных башен, предназначенных для пожаротушения, в обязательном порядке предусматриваются автономные резервные источники энергоснабжения.

Значение водонапорной башни в реальных условиях пожара трудно переоценить, особенно в ситуациях, когда подача воды из централизованной сети по тем или иным причинам невозможна или недостаточна. Ключевые тактические преимущества башен для пожарных подразделений заключаются в следующем: 1) Обеспечение первых минут тушения: Расчетный противопожарный запас воды, хранящийся в баке башни, позволяет немедленно начать тушение пожара от внутренних кранов и гидрантов, работающих под естественным напором. 2) Функция пункта заправки: При крупных и затяжных пожарах организуется подвоз воды цистернами. Наличие водонапорной башни с подготовленным узлом забора воды позволяет оперативно заправлять пожарные автоцистерны и мотопомпы, что значительно ускоряет темпы тушения. 3) Применение в безводных районах: В населенных пунктах с малым числом жителей (особенно в сельской местности), где не предусмотрено централизованное наружное противопожарное водоснабжение, водонапорная башня фактически является основным, а иногда и единственным гарантированным источником воды для тушения пожара.

Эволюция водонапорной башни — наглядный пример того, как человечество, столкнувшись с разрушительной силой огня, шаг за шагом создавало инженерные барьеры для её сдерживания. Значение водонапорных башен для тушения пожаров выходит далеко за рамки простой ёмкости с водой. Это многофункциональный инженерный комплекс, объединивший в себе на протяжении десятилетий функции источника водоснабжения, регулятора гидравлического давления, наблюдательного поста и, наконец, гарантированного тактического резерва.

В современных условиях, несмотря на развитие технологий пожаротушения, роль водонапорных башен не утратила своей актуальности. Строгая нормативная база, регламентирующая их проектирование, расчёт противопожарного запаса, оснащение устройствами забора воды и автономного энергоснабжения, подчёркивает их непреходящее значение как одного из ключевых

элементов системы обеспечения пожарной безопасности, особенно в сельских и удалённых населённых пунктах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 8.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности — Утверждён Приказом МЧС России. — М.: Стандартинформ, 2020.

2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. — Утверждены Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479. — Пункты 48, 53. Статья 60. Резервуары и водонапорные башни.

УДК 614.844

И.А. Прохоров, В.А. Тарасенко

ООО «Каланча», г. Сергиев Посад

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ С ОБРАЩЕНИЕМ СПГ

Аннотация: в статье рассматривается возможность применения стационарных установок газопорошкового пожаротушения для обеспечения пожарной безопасности на объектах с обращением СПГ. Описаны основные механизмы тушения пожара газопорошковым огнетушащим веществом. Приведены результаты огневых испытаний тушения СПГ.

Ключевые слова: СПГ, сжиженный природный газ, огнетушащий порошок «Феникс АВСЕ-70», установка газопорошкового пожаротушения, модуль газопорошкового пожаротушения.

I.A. Prokhorov, V.A. Tarasenko

APPLICATION OF GAS-POWDER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS FOR FIRE PROTECTION OF FACILITIES HANDLING LNG

Abstracts: This article examines the feasibility of using fixed gas-powder fire extinguishing systems to ensure fire safety at facilities handling LNG. The article describes the basic mechanisms of fire extinguishing with a gas-powder extinguishing agent. The results of fire tests of LNG extinguishing are presented.

Keywords: LNG, liquefied natural gas, fire extinguishing powder Phoenix ABCE-70, fire extinguishing systems, fire extinguishing module.

Сокращения

СПГ – сжиженный природный газ;

ГПОВ – газопорошковое огнетушащее вещество

Высокая пожароопасность и взрывоопасность СПГ требуют обеспечения соответствующего уровня пожарной безопасности на объектах, связанных с его производством, транспортировкой и использованием. Разработка эффективных методов тушения пожаров СПГ представляет собой актуальную научно-техническую задачу. Обзор зарубежного опыта тушения оборудования с горючими газами в [2] показывает, что наиболее эффективными средствами борьбы с пожарами СПГ являются порошковые системы пожаротушения. Это связано с тем, что иные огнетушащие вещества не способны подавить пламенное горение газов. Использование воды для тушения проливов СПГ не допускается, поскольку поступление воды усиливает интенсивность испарения разлившегося СПГ (СПГ – это криогенная жидкость с температурой кипения при атмосферном давлении около – 160°С) и, как следствие, интенсивность его горения. Тушение пеной высокой кратности способно снизить тепловой поток от горящего пролива СПГ, но полностью подавить горение пролива этим методом невозможно. Кроме того, пеной нельзя подавить струйное горение газов под давлением и пожар на свече рассеивания. В ряде случаев, когда горение СПГ может привести к каскадному развитию аварии, тушение является необходимостью. При этом следует предпринимать меры по борьбе с загазованностью.

Компанией ООО «Каланча» совместно с Оренбургским филиалом ФГБУ ВНИИПО МЧС России были проведены ряд натурных огневых испытаний по определению наиболее эффективных способов предотвращения аварий и пожаров, средств и способов их локализации и ликвидации, а также снижения тяжести их последствий для проектов строительства объектов СПГ. Испытания проводились с целью реализации пункта 9 «Плана мероприятий («дорожная карта») по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в РФ на период до 2025 г.», утверждённого распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2021 г. № 350-р. Испытания включали в себя эксперименты по тушению установками газопорошкового пожаротушения следующих видов пожаров:

- утечки компримированного природного газа на макете наружной технологической установки;
- струйного горения СПГ;
- горения паров СПГ на свече рассеивания $Dy=150\text{мм}$;
- горения проливов СПГ на модельных очагах площадью от 2.3 м² до 50 м².

Испытания проводились с использованием различных модификаций модулей газопорошкового пожаротушения «BiZone» производства ООО «Каланча», содержащих в своём составе огнетушащий порошок "Феникс АВСЕ-70" и сжиженный диоксид углерода. Эксперименты были успешными и показали высокую эффективность установок газопорошкового пожаротушения по ликвидации пожаров СПГ.

Рассмотрим механизмы тушения различных видов пожаров СПГ.

1. Тушение струйного горения СПГ.

Для тушения пожара в локальном объёме наружной технологической установки используется способ газопорошкового пожаротушения, разработанный для тушения пожаров нефтепродуктов, описанный в [3]. Его суть заключается в создании необходимой концентрации газопорошкового огнетушащего вещества (ГПОВ) в локальном объёме. Для обеспечения этой концентрации подача ГПОВ должна осуществляться в зону тушения с противоположных сторон для компенсации влияния ветра. Схема установки по тушению струйного горения модулем газопорошкового пожаротушения представлена на рис. 1.

Кадры процесса тушения струйного горения СПГ представлены на рис. 2–5.

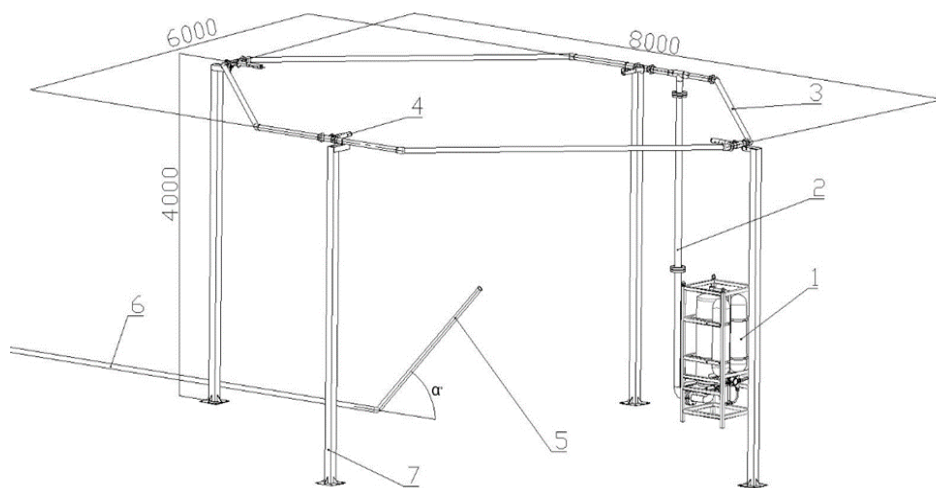


Рис. 1. Схема испытательного стенда по тушению струйного горения установкой газопорошкового пожаротушения.

- 1 – модуль газопорошкового пожаротушения МГПП-110-CO₂-30-ABCE-PX-Y2;
- 2 – трубопровод подачи огнетушащего вещества Ду65; 3 – кольцевой коллектор;
- 4 – насадок распыления ГПОВ Ду40; 5 – сбросное устройство СПГ Ду50;
- 6 – трубопровод подачи СПГ Ду50; 7 – стойки крепления кольцевого трубопровода.



Рис. 2. Свободное горение СПГ



Рис. 3. Взаимодействие ГПОВ и пламени, 1 с 67 мс после начала выхода ГПОВ.



Рис. 4. Ликвидация пламенного горения, 2 с после начала выхода ГПОВ.



Рис. 5. Свободное истечение СПГ, 16 с после начала выхода ГПОВ.

2. Тушение пожара на свече рассеивания.

Пожар на свече рассеивания тушится путём подачи ГПОВ во внутреннюю полость свечи рассеивания. В свече рассеивания формируется среда, не поддерживающая горение. При выходе этой среды из свечи рассеивания происходит отрыв пламени и его тушение.

Эксперименты по тушению пожара на свече рассеивания проводились на свече Ду150 мм путём подачи ГПОВ от модуля газопорошкового пожаротушения МГПП-5.5-CO₂-1.5-СХ-АВСЕ-У2. Общее количество ГПОВ в модуле составляло 5.5кг, время работы модуля составило 3с, расход ГПОВ составил 1.83 кг/с. Кадры процесса тушения пожара на свече рассеивания представлены на рис. 6–9



Рис. 6. Свободное горение на свече рассеивания.



Рис. 7. Выход ГПОВ, 133 мс. Отрыв пламени.



Рис. 8. Выход ГПОВ, 367 мс.



Рис. 9. Выход ГПОВ, 3 с.

3. Тушение пролива СПГ.

Для тушения жидкой фазы СПГ ГПОВ должно распыляться над поверхностью пролива СПГ, исключая воздействие струи ГПОВ на поверхность жидкой фазы СПГ. Для достижения тушения СПГ диаграмма распыла ГПОВ должна покрывать всю площадь горения одновременно в течение времени, достаточного для тушения. Подачу ГПОВ следует осуществлять параллельно поверхности СПГ.

Для проведения испытаний использовались различные модельные очаги пожара, основные параметры которых представлены в **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Таблица. Характеристики модельных очагов

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра			
Номер (№) модельного очага	-	1	2	3	4
Габариты модельного очага:					
ширина	м	1,52	2,15	4,0	-
длина	м	1,52	2,15	4,0	-
диаметр	м	-	-	-	8,0
глубина	м	0,33	0,25	1,2	1,5
Диагональ модельного очага	м	2,15	3,04	5,66	-
Площадь модельного очага	м ²	2,3104	4,6225	16	50,24

На рис. 10–13 представлены кадры процесса тушения пожара пролива СПГ на наибольшем модельном очаге площадью 50 м².

Таким образом, в результате проведённых испытаний:

- экспериментально доказана возможность тушения с помощью ГПОВ струйного горения сжатого и сжиженного природного газа с расходом до 5 кг/с в локальном объёме наружной технологической установки и определены параметры подачи газопорошкового огнетушащего вещества;
- экспериментально доказана возможность тушения пожара на свече рассеивания путём подачи ГПОВ в свечу рассеивания и определён расход и количество ГПОВ, достаточные для тушения пожара на свече рассеивания;
- разработаны и запатентованы способ тушения пролива СПГ. Экспериментально определены и подтверждены параметры установок пожаротушения, массовая скорость подачи ГПОВ (кг/с) и удельный расход (кг/м²) в зависимости от площади тушения.



Рис. 10. Свободное горение пролива СПГ.



Рис. 11. Подача ГПОВ, 3 с.



Рис. 12. Подача ГПОВ, 6 с.



Рис. 13. Ликвидация возгорания пролива СПГ, 1 мин.

Главный же вывод проведённых испытаний заключается в том, что с помощью автоматических установок газопорошкового пожаротушения можно эффективно на начальной стадии тушить возгорания на объектах с обращением СПГ и избежать каскадного развития аварии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. План мероприятий («дорожная карта») по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.02.2021 №350-р: утв. Распоряжением Правительства Рос. Федерации от 13.02.2021 г. № 350-р. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/00011202102180025?index=6&rangeSize=1>.
2. Зарубежный опыт тушения оборудования с горючими газами системами порошкового пожаротушения /Воевода С.С., Гордиенко Д.М., Шебеко Ю.Н., Шебеко А.Ю., Лагозин А.Ю., Мордвинова А.В.// Пожарная Безопасность. 2015. № 4. С. 130–142.
3. ВНПБ 74-22 (СТО 4854-039-13393076-2022). Автоматические установки газопорошкового пожаротушения. Нормы и правила проектирования: согласован МЧС

России и зарегистрирован в качестве нормативного документа по пожарной безопасности 30 июня 2022 г. № ИВ-19-1045.

УДК 614.835-544.2

О.С. Романова, Э.А. Кагирова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СИСТЕМНЫЕ НЕДОСТАТКИ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ МОДЕЛИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ВИЗИТОВ В РФ

Аннотация: Ключевой проблемой, обесценивающей профилактический потенциал визитов в целом, является их внутренняя противоречивость, которая проявляется по-разному в зависимости от типа визита, но имеет общую системную природу. Анализу ключевых системных недостатков существующей в РФ модели профилактических визитов посвящена данная статья.

Ключевые слова: модель профилактических визитов в РФ, надзорные органы ГПС МЧС России.

O.S. Romanova, E.A. Kagirova

SYSTEMIC DEFICITS OF THE CURRENT MODEL OF PREVENTIVE VISITS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstracts: The key problem that devalues the preventive potential of visits in general is their internal inconsistency, which manifests itself in different ways depending on the type of visit, but has a common systemic nature. This article focuses on analyzing the key systemic flaws in the current model of preventive visits in the Russian Federation.

Keywords: model of preventive visits in the Russian Federation, supervisory bodies of the State Fire Service of the Russian Ministry of Emergency Situations.

Реформа контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации демонстрирует осознанный системный сдвиг, который можно проследить через несколько четких этапов.

Изначально система функционировала в рамках репрессивной модели, условно обозначаемой как «проверка и наказание». Основными ее инструментами являлись плановые и внеплановые проверки, регламентированные Федеральным законом от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [3], где, как следствие, за нарушения обязательных требований безоговорочно применялся инструмент

административного наказания. Данный период также характеризовался введением временных мораториев на плановые проверки в отношении субъектов малого предпринимательства [4], который устанавливал так называемые «надзорные каникулы», в целях снижения административного давления на соответствующие категории бизнеса. Так же особенности внесла пандемия коронавирусной инфекции COVID-19, ограничившая личный контакт, в рамках которой был массово опробован механизм дистанционного взаимодействия с контролируемыми лицами [5].

Переломным моментом стало принятие в 2020 году Федерального закона № 248-ФЗ [1]. Этот законодательный акт ознаменовал переходный этап и закрепил зарождение превентивного подхода в надзорной деятельности России. Центральным нововведением стало внедрение института профилактического визита как самостоятельного легитимного мероприятия контрольно-надзорной деятельности, альтернативного традиционной проверке.

Современный этап, стартовавший после вступления в силу Постановления Правительства РФ № 1511 [2], характеризуется дальнейшим укреплением модели, которую можно охарактеризовать как «предупреди и поддержи». Ключевой чертой этапа является окончательное оформление риск-ориентированного подхода, выражающееся в установлении единой и четкой периодичности для обязательных профилактических визитов в зависимости от присвоенной категории риска. Это создало предсказуемый и структурированный график взаимодействия контролируемых лиц и надзорных органов.

Но несмотря на концептуальную прогрессивность, практическая реализация модели выявила ряд системных недостатков, которые подрывают ее эффективность и исходно провозглашенные цели, к которым относятся:

- смешение правовых режимов и скрытая репрессивность. Наиболее существенным недостатком является фундаментальное противоречие между декларируемой профилактической природой мероприятия и сохранением за ним черт, присущих контрольным (надзорным) мероприятиям. Законодатель формально разделил визиты на 2 типа, однако в рамках обязательного профилактического визита инспектор наделен полномочиями, которые стирают грань между консультацией и наказанием. Он уполномочен проводить осмотр, истребовать документы, отбирать пробы (образцы) без согласования с контролируемым лицом, что по сути является контрольно-надзорными действиями, а при выявлении нарушений выдавать предписание об их устранении. Эти действия являются сущностными атрибутами полноценной проверки, что на практике приводит к превращению профилактического мероприятия в выездную проверку без административного наказания;

- сохранение значительной административной нагрузки. Утверждения о снижении административной нагрузки на бизнес в контексте введения профилактических визитов требуют критического пересмотра. Хотя результаты профилактического визита являются менее обременительными, чем при полно-

ценной проверке, их общее количество в масштабах страны таково, что совокупные затраты времени и ресурсов контролируемых лиц на взаимодействие с контрольными (надзорными) органами остаются высокими. Более того, процедура подготовки к визиту, предоставление документов и сопровождение инспектора отвлекают ключевых сотрудников от основной деятельности. Следовательно, тезис о кардинальном снижении нагрузки является в значительной степени мифологизированным, а в некоторых случаях может быть перераспределена в рамках более частых, но менее глубоких контактов с контрольными (надзорными) органами;

– правовая неопределенность и ограниченность прав на отказ. Действующее законодательство, определившее добровольности профилактики, порождает значительную правовую неопределенность для контролируемых лиц. С одной стороны, визит по инициативе контролируемого лица носит добровольный и консультационный характер. С другой стороны, от обязательного профилактического визита, инициированного надзорным органом, контролируемое лицо отказаться не вправе.

– риски подмены проверок и избирательности применения. Широкие дискретные полномочия, предоставленные надзорным органам в части инициации обязательных профилактических визитов, создают риски их использования для обхода установленных законом ограничений. В условиях действия ограничений на плановые проверки для определенных категорий субъектов контроля [6] профилактические визиты могут фактически подменять собой запрещенные проверочные мероприятия, позволяя органам контроля сохранять присутствие на объектах. Кроме того, отсутствие прозрачных и универсальных критериев для выбора таких визитов, за исключением периодичности, создает угрозу избирательного, непропорционального и субъективного применения этого инструмента.

Главный системный недостаток действующей модели профилактического визита, на решение которой направлена данная работа, заключается в её фундаментальной внутренней противоречивости, проявляющейся в обеих формах его проведения, как обязательной, так и по инициативе контролируемого лица.

В рамках обязательного профилактического визита, формально сохраняя статус профилактического мероприятия, он по своей сути и применяемым инструментам зачастую превращается в облегченную, но полноценную проверку, что приводит к дискредитации самой идеи профилактики, формированию «синдрома повторяющихся нарушений» и неоправданной нагрузке на добросовестный бизнес.

Проведение контрольных (надзорных) действий идентичных проверочным представляет собой столь же существенное вмешательство в деятельность контролируемого лица, при котором нарушается принцип соразмерности. Субъект профилактики несет все те же материальные, временные и организа-

ционные издержки, что и при полноценной проверке. На практике это выливается в ситуацию, когда руководитель объекта и инспектор год за годом сталкиваются с одними и теми же проблемами: нарушения правил размещения и эксплуатации первичных средств пожаротушения, загромождения путей эвакуации, закрытыми изнутри на ключ эвакуационными выходами, отсутствием знаков пожарной безопасности, отсутствием устройств для самозакрывания противопожарных и противоподымных дверей и прочие однотипные нарушения требований пожарной безопасности.

Организации получают предписания устранить конкретные нарушения, но не устраняются конкретные симптомы и причины их совершения, не имеют ни мотивации, ни методологии диагностики и решения проблем. Здесь на лицо неработающая система управления пожарной безопасностью. Профилактический визит в его нынешнем виде не просто не решает эту задачу, он институционализирует данный порочный круг, создавая видимость деятельности при отсутствии реального улучшения.

В рамках профилактического визита по инициативе контролируемого лица действующая модель также не реализует свой превентивный потенциал в полной мере. Зачастую такое взаимодействие сводится к формальной консультации или поверхностному осмотру, не затрагивающему системные управленческие причины потенциальных рисков. Отсутствие структурированной методологии не позволяет ни инспектору дать глубокие рекомендации, ни организации получить полноценную диагностику своих процессов. В результате визит по инициативе КЛ рискует стать проформой, не обеспечивающей качественного и устойчивого улучшения уровня пожарной безопасности объекта.

Логичным выходом из сложившейся ситуации является качественное преобразование модели профилактических визитов, путем их эволюции из инструмента констатации нарушений в универсальный инструмент системного аудита и консультационной поддержки. Основной сдвиг должен произойти в объекте оценки: им должно стать не только и не столько выявление единичных нарушений на объекте защиты, сколько диагностика эффективности действующей в организации системы управления пожарной безопасностью. Такой подход превращает обязательный визит в целевой аудит, направленный на устранение коренных причин нарушений, а визит по инициативе контролируемого лица в полноценную возможность получить экспертизу своей системы управления и рекомендации по её развитию, тем самым реализуя подлинный приоритет профилактики.

Такой визит должен быть направлен на диагностику процессов, а не на простой поиск огрехов, что превратит инспектора из «карателя» в специалиста, помогающего выстроить надежные барьеры на пути будущих рисков. Такой подход позволит разорвать порочную цепь повторяющихся нарушений и реализовать провозглашенный в законе превентивный потенциал, превратив госу-

дарственный пожарный надзор в реального партнера в обеспечении безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 10.10.2025);
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.10.2025 № 1511 «О периодичности проведения обязательных профилактических визитов в рамках государственного контроля (надзора), муниципального контроля» [Электронный ресурс]: // Официальное опубликование правовых актов – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202510060020> (дата обращения: 11.10.2025);
3. Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 21.10.2025);
4. Постановление Правительства РФ от 03.04.2020 N 438 «Об особенностях осуществления в 2020 году государственного контроля (надзора), муниципального контроля и о внесении изменения в пункт 7 Правил подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_349478/ (дата обращения: 21.10.2025);
5. Постановление Правительства РФ от 30.11.2020 N 1969 «Об особенностях формирования ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на 2021 год, проведения проверок в 2021 году и внесении изменений в пункт 7 Правил подготовки органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля ежегодных планов проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_369317/ (дата обращения: 21.10.2025);
6. Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 N 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_411233/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 21.10.2025);

УДК 614.835-544.2

О.С. Романова, Е.К. Максимов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация: В России профилактические визиты – это отдельный институт в контрольно-надзорной деятельности. Он существует в двух формах (по инициативе контролируемого лица и по инициативе надзорного органа), интегрированный в систему риск-ориентированного подхода. Выявленное внутреннее противоречие российской модели между декларируемой профилактикой и реальным содержанием, а также опыт зарубежных юрисдикций, обосновывают необходимость разработки новой модели профилактического визита, которая должна интегрировать сильные стороны рассмотренных подходов (последовательность, риск-ориентированность, гибкость) для устранения системных недостатков.

Ключевые слова: Профилактический визит, правовое регулирование надзорной деятельности.

O.S. Romanova, E.K. Maksimov

LEGAL BASIS FOR REGULATION OF CONTROL AND SUPERVISORY ACTIVITIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstracts: In Russia, preventive visits are a separate institute in control and supervisory activities. It exists in two forms (at the initiative of a controlled person and at the initiative of a supervisory authority), integrated into a risk-based approach. The identified internal contradiction of the Russian model between the declared prevention and the real content, as well as the experience of foreign jurisdictions, justify the need to develop a new model of a preventive visit, which should integrate the strengths of the approaches considered (consistency, risk orientation, flexibility) to eliminate systemic shortcomings.

Keywords: Prophylactic visit, legal regulation of supervisory activities.

Профилактические визиты в России регламентируются Федеральным законом № 248-ФЗ, который закрепил парадигмальный сдвиг от репрессивной к превентивной модели контроля. Приоритет профилактики над карательными мерами прямо установлен статьей 8, а согласно статье 52 профилактический визит – это мероприятие, проводимое в форме профилактической беседы по месту осуществления деятельности контролируемого лица, либо дистанционно с использованием видео-конференц-связи или мобильного приложения «Инспектор» [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Основными целями профилактического визита являются:

- информирование контролируемого лица об обязательных требованиях, критериях риска и способах снижения категории риска;
- сбор сведений, необходимых для отнесения объектов контроля к категориям риска;
- оценка уровня соблюдения контролируемым лицом обязательных требований;
- пропаганда добросовестного соблюдения обязательных требований и создание условий для устранения причин возможных нарушений.

На сегодняшний день, с принятием Федерального закона от 28.12.2024 № 540-ФЗ [10], понятие профилактического визита включает 2 типа:

1. По инициативе контролируемого лица, который проводится на основании заявления субъекта профилактики по его желанию. Представляет уникальный инструмент партнерского взаимодействия бизнеса и государства. Данный тип направлен на создание условий для добровольного соблюдения обязательных требований через механизм консультационной поддержки. Заявление о проведении такого типа визита может быть подано субъектами малого предпринимательства, социально ориентированными некоммерческими организациями либо государственными и муниципальными учреждениями. Заявление подается посредством портала государственных и муниципальных услуг, рассматривается контрольным (надзорным) органом в течение 10 рабочих дней, по итогам рассмотрения принимается решение в проведении или об отказе в проведении профилактического визита. В случае принятия решения о его проведении в течение 20 рабочих дней согласуется дата проведения. При таком визите инспектор может провести отбор проб (образцов), инструментальное обследование, испытание, но только при согласовании на эти действия контролируемого лица, полученные в ходе процедуры визита разъяснения и рекомендации носят рекомендательный характер, а при выявлении нарушений обязательных требований предписания выдаваться не могут. Результатирующим документом такого визита является акт профилактического визита по инициативе контролируемого лица. Исключением являются выявление фактов непосредственной угрозы причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям или факты причинения такого вреда (ущерба), при их установлении инспектор обязан информировать об этом уполномоченное должностное лицо контрольного (надзорного) органа для принятия решения о проведении контрольного (надзорного) мероприятия;

2. По инициативе надзорного органа (обязательный профилактический визит), который проводится контролирующими органами по поручению уполномоченных на то органов и лиц, а также в установленной периодичности, зависящей от присвоенной категории риска объекту надзора. С 14 октября 2025 года вступило в силу Постановление Правительства РФ от 01.10.2025 № 1511

[2], которое устанавливает единую максимальную периодичность для обязательных профилактических визитов.

Ключевой особенностью обязательного профилактического визита является отсутствие у контролируемого лица возможности отказа в его проведении, срок проведения обязательного визита составляет до 10 рабочих дней включительно и может быть продлен на срок, необходимый для проведения экспертизы и испытаний, инспектор уполномочен проводить осмотр, истребовать документы, отбирать пробы без согласования на то контролируемого лица. Результат обязательного профилактического визита оформляется соответствующим актом, а при выявлении нарушений выдается предписание об их устранении. Кроме этого, в случае невозможности проведения обязательного профилактического визита или уклонения контролируемого лица от его проведения, уполномоченное должностное лицо контрольного (надзорного) органа имеет право в течение 3 месяцев с даты составления акта невозможности принять решение о повторном проведении обязательного профилактического визита [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

При этом выявление по итогам проведения профилактических визитов нарушений обязательных требований не может быть поводом для возбуждения дела об административном правонарушении в соответствии с ч. 3.1 ст. 28.1 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [3].

Для системного понимания различий между двумя типами профилактических визитов и их места в механизме контрольно-надзорной деятельности, необходимо провести их детальное сопоставление по основным параметрам.

Разделение профилактических визитов на два независимых типа имеет глубокое функциональное обоснование. Законодатель сознательно создал два различных инструмента для решения различных задач государственного контроля.

Обязательный профилактический визит (ст. 52.1) ориентирован на реализацию превентивной функции государства в отношении объектов повышенного риска. Его императивный характер обусловлен необходимостью обеспечения защиты публичных интересов.

Профилактический визит по инициативе контролируемого лица (ст. 52.2) направлен на стимулирование добровольного соблюдения обязательных требований через механизм консультационной поддержки. Его природа отражает партнерский подход к взаимодействию государства и бизнеса.

Несмотря на декларируемое разделение профилактических визитов и контрольных (надзорных) мероприятий, на практике наблюдается существенное смешение их правовых режимов. Обязательный профилактический визит, сохраняя название «профилактический», по своему содержанию и правовым последствиям фактически превращается в полноценное надзорное мероприятие. Это создает правовую неопределенность для контролируемых лиц, которые формально участвуют в профилактическом мероприятии, но сталкиваются

с реальными правовыми последствиями, характерными для проверки. Проведение контрольных действий, характерных для проверки, нарушает принцип соразмерности [4]. Это внутреннее противоречие приводит к прямому саботированию целей, заявленных в статье 8 Федерального закона № 248-ФЗ:

1. Приоритет профилактики не достигается. Вместо предупреждения нарушений через консультации и разъяснения осуществляется их документальная фиксация с вытекающими обязывающими последствиями (предписание), что является классической карательной процедурой;

2. Снижение административной нагрузки носит фиктивный характер. Для добросовестного бизнеса обязательный профилактический визит такая же обременительная процедура, как и проверка, что не соответствует декларируемому курсу на дебюрократизацию;

3. Стимулирование добросовестности подменяется принуждением. Институт, задуманный как канал для диалога и помощи, превращается в одностороннее властное воздействие, что не способствует формированию культуры правомерного поведения.

Выявленные системные недостатки свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования модели профилактических визитов с целью достижения оптимального баланса между эффективностью государственного контроля и защитой прав контролируемых лиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 10.10.2025);

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.10.2025 № 1511 «О периодичности проведения обязательных профилактических визитов в рамках государственного контроля (надзора), муниципального контроля» [Электронный ресурс]: // Официальное опубликование правовых актов – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202510060020> (дата обращения: 11.10.2025);

3. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 17.10.2025);

4. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 17.10.2025).

УДК 614.842.47:373.5

А.Х. Салихова, С.А. Сырбу, О.Г. Циркина, Е.В. Барина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДЕКОРАТИВНЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПАССАЖИРСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Аннотация: Целью проведенного исследования является разработка огнезащитного состава для текстильного материала, применяемого в отделке пассажирских железнодорожных вагонов, проведение испытаний на определение характеристик пожарной опасности текстильных материалов. Научная новизна работы заключается в разработке нового огнезащитного состава на основе кремнийорганической смолы для обработки текстильного материала смешанного волокнистого состава, используемого для отделки пассажирских мест вагонов железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: железнодорожный пассажирский вагон, пожарная опасность материала, испытание образца ткани, огнезащитный состав, воспламеняемость, кремнийорганическая смола.

REDUCING THE FIRE HAZARD OF DECORATIVE FABRICS FOR PASSENGER RAILWAY CARRIAGES

A. H. Salikhova, S. A. Syrbu, O. G. Zirkin, E. V. Barinova

Abstracts: The purpose of this study is to develop a fire-retardant composition for textile materials used in the decoration of passenger railway cars, and to conduct tests to determine the fire hazard characteristics of textile materials. The scientific novelty of the work lies in the development of a new fire-retardant composition based on organosilicon resin for processing textile material used for finishing passenger seats in railway cars.

Keywords: railway passenger car, fire hazard of material, testing of fabric sample, fire-retardant composition, flammability, organosilicon resin.

Ведущее место в транспортной системе Российской Федерации занимает железнодорожный транспорт. На его долю приходится 42% пассажирооборота страны. За последние годы на железнодорожном транспорте произошли значительные изменения в технике, методах эксплуатации и экономике. Многое сделано по техническому переоснащению железных дорог на основе электрификации, автоматизации, телемеханики, комплексной механизации.

В связи с наращиванием мощностей, и увеличением транспортного потока на железной дороге, увеличиваются масштабы возможной ЧС. Поэтому актуальность исследования вопросов предупреждения и ликвидации ЧС на железнодорожном транспорте очень высока.

Одним из важнейших аспектов обеспечения пожарной безопасности является совершенствование нормативных требований и методов испытаний материалов для внутренней отделки пассажирских вагонов.

Известные результаты испытаний тканей, при производстве которых используются огнезащитные, химические модифицированные полиэфирные волокна, проводимые в лабораториях европейских, соответствуют международным нормативным требованиям. В то время как в Российской Федерации регламентация пожарной безопасности текстильных материалов проводится по таким показателям, как воспламеняемость, токсичность продуктов горения, коэффициент дымообразования, а также индекс распространения пламени по поверхности [1, 2].

Поезд является одним из наиболее комфортных средств передвижения между населенными пунктами как внутри одной страны, так и за пределами одного государства. Для создания комфортных условий для пассажиров внутренней дизайн вагона пассажирского время от времени модернизируют.

Основными материалами используемыми, для внутренней отделки пассажирских вагонов являются: дерево, пластик, металл, стекло и ткань.

Текстильные материалы используются для дизайна вагонов, обивки пассажирских кресел и полок, штор, постельных принадлежностей (рисунок). Хотя текстиль и создает уют в вагонах, но при этом составляет основную часть пожарной нагрузки. Изделия из ткани легко воспламеняются, быстро горят. В результате горения выделяются токсичные продукты горения.



Рисунок. Оформление купе пассажирского вагона

Широкое применение для дизайна пассажирских вагонов нашли ткани с огнезащитными, химически модифицированными полиэфирными волокнами, которые удовлетворяют зарубежным требованиям. Такие ткани используются для штор, обивки кресел и диванов, постельных принадлежностей. Но есть один значительный минус, согласно российским требованиям такие ткани со всеми своими плюсами по устойчивости к возгоранию, имеют высокие показатели токсичности продуктов горения. В связи с этим возникает необходимость в проведении комплексного исследования по обоснованию возможности установления реально приемлемых показателей критерия токсичности продуктов горения и дымообразования [3].

В Российской Федерации действует ГОСТ 34805-2021 «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний по оценке пожароопасных свойств неметаллических материалов». Национальный стандарт распространяется на вновь разрабатываемые (модернизируемые) и изготавливаемые пассажирские вагоны локомотивной тяги и устанавливает:

- требования пожарной безопасности, ограничивающие возможность возникновения в них пожара и обеспечивающие сохранение жизни и здоровья людей, а также снижение материальных потерь при воздействии опасных факторов пожара;
- методы испытаний по оценке пожароопасных свойств применяемых в вагонах неметаллических материалов.

Неметаллические материалы, применяемые при изготовлении вагонов для конструкций внутреннего оборудования вагонов, должны иметь документ, подтверждающий соответствие показателей требованиям пожарной безопасности согласно таблице [4]. Рассмотрим требования для текстильных материалов, применяемых в отделке пассажирских вагонов.

Огнезащитная обработка тканей необходима в общественных помещениях и помещениях с массовым пребыванием людей, особенно в помещениях, в которых наличие ткани является одним из главных элементов декорации.

Для того, чтобы привести в соответствие указанным классификациям имеющуюся занавеску, штору или мебельную ткань используют огнезащитные составы (пропитки), которые повышают сопротивление материала к воспламеняемости, понижают дымообразующую способность и прочее [2, 4, 5].

Ткани после обработки должны соответствовать требованиям национальных стандартов:

- ГОСТ Р 50810-95 Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация;
- ГОСТ Р 53294-2009 Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость.

Таблица. Показатели пожарной опасности материалов

Применяемый материал	Показатели пожарной опасности материала				
	Группа горючести	Воспламеняемость	Индекс распространения пламени, не более	Коэффициент дымообразования, м ² /кг, не более	Показатель токсичности при экспозиции 30 мин, г/м ³ , не менее
Для облицовочного материала потолков, поверхностей стен, перегородок, мебели, декоративных покрытий:					
при толщине от 0,2 до 2,0 мм	ТГ или горючий ТВ	-	20	500	40
при толщине более 2,0 мм	ТГ	-	20	500	40
Для занавесей, штор, обивочных материалов спальных полок и кресел	-	ТВ	20	1200	40
Для напольных покрытий полов, в том числе ковровых		В2	20	750	40

Примечание: ТГ – трудногорючий, ТВ - трудновоспламеняемый

Для отделки мягких сидений пассажирских вагонов используются ткани жаккардового переплетения, ворсовые ткани (велюр) из смеси натуральных и искусственных волокон и искусственные кожи. Основной задачей работы является разработка состава для огнезащитной обработки тканей из смешанных волокон жаккардового переплетения, обеспечивающего огнезащитные свойства, перманентность и сохранение грифа ткани после поверхностной обработки [6].

Разрабатываемая огнезащитная композиция не должна ухудшать основные потребительские свойства обивочной ткани:

- поверхностная плотность в пределах от 250 до 350 г/м²;
- красота узоров и прочность;
- фактурность и долговечность;
- внешняя привлекательность и практичность;
- высокие тактильные свойства и функциональность.

Для испытаний были подготовлены образцы мебельной ткани смешанного состава: хлопок – 60 %, вискоза – 18 %, полиэстер – 13 %, акрил – 6 %, лен – 3 %. Поверхностная плотность ткани – 319,24 г/м².

Для исследования была подготовлена огнезащитная композиция:

- вода – 100 мл, раствор Пекофлам – 20 мл, кремнийорганическая смола (далее – КОС) – 10 мл, раствор уксусной кислоты CH_3COOH 10%-ой – 0,5 мл, ПВА – 1 мл.

Рассмотрим результаты испытаний по методике ГОСТ Р 53294-2009 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость». Комбинация материалов классифицируется как легковоспламеняемая при проявлении одного из следующих признаков:

- горение или тление распространилось за время испытаний до верхней или нижней границы испытательного стенда или на всю толщину материала;
- образец обуглился на расстояние более 100 мм в любом из направлений от места воздействия тлеющей сигареты;
- наблюдается устойчивое горение образца после удаления газовой горелки в течение более 120 с.

Если перечисленные признаки не наблюдаются, то комбинация материалов не может быть отнесена к легковоспламеняемой.

Испытания образцов показали отсутствие признаков горения и тления, присущих легковоспламеняемому материалу, поэтому материал, обработанный новым составом можно отнести к трудновоспламеняемым.

Испытания по методике ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» показали, что предложенные композиции водного раствора Пекофлама с добавлением кремнийорганической смолы обладали огнезащитными свойствами. Проведенные испытания дали следующие результаты: исследуемые образцы с нанесенным составом обладали огнезащитным действием; образцы ткани после удаления из пламени не горели и не тлели. Образцы, обработанные составами «Пекофлам + кремнийорганическая смола» показали хорошие результаты, материал не поддерживает горение. Данные показатели в соответствии с ГОСТ 50810-95 характеризуют ткань как «трудновоспламеняемая».

Следует еще отметить один момент, испытания на воспламеняемость показали, что ткань содержит в большей доле синтетические волокна, так как материал при контакте с огнем не горит, а плавится, образуется на поверхности участок полимеризации.

Обработанные образцы обладали устойчивостью к мокрым обработкам. Это означает, что огнезащитные свойства сохраняются после длительной эксплуатации сидений вагонов. Обработка мебельной ткани предлагаемым составом не приводила к ухудшению декоративных свойств материала. При обра-

ботке составом с содержанием кремнийорганической смолы материалу придавались дополнительные свойства влагуостойчивости и грязеотталкивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Елисеев И.Б. Методика оценки и способы снижения пожарной опасности пассажирских вагонов железнодорожного подвижного состава. Дис. кан. наук. – СПб: 2018. – 122 с.
4. ГОСТ 34805-2021 «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний по оценке пожароопасных свойств неметаллических материалов».
5. Сырбу С.А., Салихова А.Х., Федоринов А.С. Разработка способа огнезащиты для интерьерных тканей из полиэфирного волокна // Система обеспечения пожарной безопасности: состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25 – 26 мая 2017 года / Составители Кондратьев С.А., Потапенко В.В. – Санкт-Петербург: Военный институт (инженерно-технический), 2017. - с. 245 – 251.
6. Сырбу С.А., Салихова А.Х., Циркина О.Г., Спиридонова В.Г., Колесникова Н.Н., Баринаева Е.В. Разработка огнезащитных композиций для тканей декоративного и специального назначения и исследование их пожароопасных свойств // Технологии техносферной безопасности. 2024. № 3 (105). С. 115-129.

УДК 004.946:614.8

А.Н. Салихьянова, Н.А. Кращенко

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VR/AR ДЛЯ ТРЕНИРОВКИ «ФИЗИЧЕСКОЙ ИНТУИЦИИ» В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация: Данная статья раскрывает, как передовые технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности совершают революцию в подготовке к экстремальным ситуациям, таким как пожары. От симуляции теплового воздействия и полного погружения в задымленную среду до наложения тактических подсказок на реальный мир.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополнительная реальность, физическая интуиция, симуляция, тренировка.

A.N. Salikhyanova, N.A. Krashchenko

USING VR/AR TO TRAIN "PHYSICAL INTUITION" IN EXTREME SITUATIONS

Abstracts: This article explores how cutting-edge virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies are revolutionizing preparation for extreme situations such as fires. These technologies range from simulating heat exposure and fully immersing in smoke-filled environments to overlaying tactical cues onto the real world.

Keywords: virtual reality, augmented reality, physical intuition, simulation, training.

Цифровые технологии стали важным инструментом в спорте, позволяя спортсменам более эффективно анализировать свою производительность и контролировать тренировки. Использование фитнес-трекеров и мобильных приложений помогает спортсменам отслеживать такие показатели, как сердечный ритм, калории и уровень активности, что в свою очередь позволяет им более осознанно подходить к своим тренировкам. Эти устройства предоставляют данные, которые помогают как спортсменам, так и тренерам в принятии решений о корректировке нагрузки и оптимизации тренировочных программ [1].

Это не просто набор фактов. Это подсознательное, инстинктивное понимание того, как действовать в критических ситуациях, когда привычная логика может подвести. Это:

- Ориентация в пространстве: Насколько далеко очаг возгорания? Сколько шагов до безопасного выхода? В дыму и стрессе наши обычные представления о расстояниях искажаются.
- Предвидение развития событий: Куда покатится горящий предмет? Как распространится огонь? Инстинктивное понимание потенциальных угроз.
- Оценка рисков: Насколько опасен этот дым? Какова температура за дверью? Это внутреннее "чутье" надвигающейся опасности.
- Автоматизм движений и реакций: Мгновенный отклик на сигнал, точное движение руки за огнетушителем или ноги, чтобы избежать внезапного препятствия.

Традиционные методы, будь то лекции или учения на полигонах, зачастую не справляются с эффективным формированием этих интуитивных навыков, особенно когда речь идет о передаче ощущений и мгновенных реакций.

Важно находить баланс между использованием технологий и традиционными методами подготовки, уделяя внимание личным достижениям и физическому самочувствию. Технологии – это всего лишь инструмент, а не абсолютный заменитель опыта и интуиции. Интеграция цифровых решений в спортивный процесс должна способствовать развитию личности, помогая

укреплять не только физические навыки, но и внутреннюю уверенность и дисциплину [2].

VR-шлем полностью отсекает пользователя от окружающей действительности, воссоздавая детальную цифровую копию места, где может возникнуть чрезвычайная ситуация, например, пожар. Это может быть жилой дом, офисное здание, производственный объект – любая локация, требующая отработки навыков. VR позволяет точно воспроизвести условия ограниченной видимости и задымления. Обучающийся вынужден развивать навыки навигации, опираясь не только на зрение, но и на слух, а также на интуитивное понимание пространства, поддерживаемое симуляцией. Интерактивные элементы, реагирующие на действия пользователя, заставляют его постоянно адаптироваться к меняющейся обстановке. VR-тренажеры могут быть оснащены дополнительными устройствами для более полного погружения: тактильные перчатки – воссоздают ощущение хвата, сопротивления материалов; специальные платформы – имитируют скольжение, наклон, вибрации; мобильные системы – позволяют ощутить передвижение по различным поверхностям.

Цифровые технологии открывают значительные возможности, улучшая тренировочный процесс, облегчая доступ к образовательным материалам и расширяя возможности для самоанализа и саморазвития спортсменов. Инновации, такие как виртуальные тренировки, помогают студентам поддерживать высокий уровень физической подготовки и мотивации, а также развивать спортивные навыки. Кроме того, цифровые инструменты делают тренировки более гибкими, позволяя использовать данные для самостоятельного анализа и контроля за своими результатами [3].

Специальные нагревательные элементы (например, инфракрасные излучатели), интегрированные в костюм или расположенные в виртуальном пространстве, имитируют реальное тепловое излучение. Это ускоряет принятие решений об отступлении или выборе безопасного маршрута. Помимо сигналов тревоги, используются реалистичные звуки: треск огня, грохот обрушений, крики о помощи. Все это создает атмосферу подлинной угрозы и требует мгновенной реакции.

AR-очки накладывают цифровую информацию поверх реальных объектов. При обследовании здания, AR может подсветить элементы противопожарной системы, указать ближайший путь эвакуации, отметить датчики, требующие обслуживания. Позволяет увидеть то, что обычно скрыто: расположение вентиляционных каналов, текущее распространение дыма (при наличии соответствующих датчиков), местонахождение потенциальных угроз. Наглядно демонстрирует правильное использование противопожарного инвентаря. Анимация, наложенная непосредственно на реальное оборудование, показывает, как пользоваться огнетушителем, подключать пожарный рукав, оказывать первую помощь. В режиме реального времени AR может выделять зоны по-

вышенного риска, отображать план здания с указанием очагов возгорания, информировать о присутствии людей в определенных секторах.

Несмотря на определенные препятствия, внедрение VR/AR в сфере пожарной безопасности имеет большой потенциал. Среди основных сложностей – высокая стоимость разработки и оборудования, а также необходимость в мощных компьютерах и качественных шлемах. Создание реалистичного и эффективного контента требует привлечения высококвалифицированных специалистов из разных областей. Кроме того, некоторые пользователи могут испытывать дискомфорт или укачивание при использовании. Тем не менее, технологии становятся все более доступными и совершенными.

Виртуальная и дополненная реальность трансформируют подготовку в сфере пожарной безопасности, выходя за рамки обычных гаджетов. Эти мощные технологии развивают не только физическую готовность, но и "физическую интуицию", улучшая способность быстро распознавать угрозы и действовать решительно. Такое слияние передовых разработок с пониманием физики и психологии в критических условиях прокладывает путь к более безопасному будущему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А.А., Рябова М.И. Использование виртуальной реальности в тренировочном процессе // Журнал спортивной науки. — 2023. — Т. 12, № 3. — С. 56-67. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82500634_70813119.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

2. Сидоренко В.П. Влияние цифровых технологий на мотивацию студентов-спортсменов // Физическая культура и спорт. — 2022. — Т. 45, № 2. — С. 100-112. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82500634_70813119.pdf (дата обращения: 28.04.2026).

3. Российский спорт. Инновации в студенческом спорте. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sports.ru/university-innovations> (дата обращения: 28.04.2026).

УДК 614.84

А.А. Сержинмаа, С.А. Соловьев, Е.И. Голякова

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ РЕЧЕВЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: На основе анализа статистических данных о пожарах в общеобразовательных учреждениях обоснована необходимость совершенствования систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Рассмотрены нормативные требования к СОУЭ, проведен сравнительный анализ технических средств, представлена методика акустического расчета. Определены перспективные направления развития систем безопасности на основе интеграции СОУЭ с интеллектуальными системами контроля эвакуации на базе компьютерного зрения и нейронных сетей.

Ключевые слова: Общеобразовательные учреждения, система оповещения и управления эвакуацией, зонирование, компьютерное зрение, нейронные сети, интеллектуальные системы безопасности.

A.A. Serzhinmaa, S.A. Solovyov, E.I. Golyakova

IMPROVEMENT OF FIRE ALARM AND EVACUATION MANAGEMENT SYSTEMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS BASED ON THE INTEGRATION OF VOICE AND INTELLIGENT TECHNOLOGIES

Abstracts: Based on the analysis of statistical data on fires in educational institutions, the necessity of improving fire alarm and evacuation management systems (FAEMS) is substantiated. Regulatory requirements for FAEMS are considered, a comparative analysis of technical means is carried out, and a method of acoustic calculation is presented. Promising directions for the development of safety systems based on the integration of FAEMS with intelligent evacuation control systems using computer vision and neural networks are identified.

Keywords: Educational institutions, fire alarm and evacuation management system, zoning, computer vision, neural networks, intelligent safety systems.

Введение

Обеспечение безопасности образовательных учреждений является одной из приоритетных задач государственной политики. Здания школ, детских садов и организаций дополнительного образования относятся к объектам с мас-

совым пребыванием людей, характеризующимся наличием детей различных возрастных групп, что существенно осложняет процесс эвакуации при возникновении чрезвычайных ситуаций [1, 2]. В этой связи к системам противопожарной защиты, и в особенности к системам оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), предъявляются повышенные требования по надежности, информативности и функциональности.

Анализ статистических данных о пожарах на объектах учебно-воспитательного назначения в Российской Федерации за последние годы свидетельствует о сохранении устойчивого количества возгораний. Согласно данным, приведенным в табл. 1, количество пожаров варьируется от 276 до 345 случаев в год, при этом прямой материальный ущерб в отдельные годы может достигать значительных величин [1].

*Таблица 1. Динамика основных показателей обстановки с пожарами
в зданиях учебно-воспитательного назначения
в Российской Федерации за 2018-2022 гг. [1]*

Год	2018	2019	2020	2021	2022
Количество пожаров, ед.	276	340	294	345	325
Прямой материальный ущерб, тыс. руб.	64391	39233	29076	108181	93091

Анализ происшествий, таких как пожары в школах гг. Верхний Уфалей (2020 г.), Красноярск (2019 г.) и Великий Новгород (2023 г.), показывает, что, несмотря на срабатывание автоматической сигнализации и успешную эвакуацию в большинстве случаев, существующие системы не всегда позволяют гибко реагировать на изменение обстановки. Основными причинами возгораний, как правило, становятся электротехнические неисправности, что актуализирует задачу совершенствования не только превентивных мер, но и активных систем защиты, включая СОУЭ [1].

Целью исследования является анализ современных подходов к построению СОУЭ в общеобразовательных учреждениях, сравнительная оценка технических средств и определение перспективных направлений их развития на основе интеграции с интеллектуальными технологиями контроля эвакуации.

Основная часть

Здания общеобразовательных организаций согласно классификации относятся к классу функциональной пожарной опасности Ф4.1 [7]. Требования к оснащению данных объектов системами пожарной сигнализации и СОУЭ регламентируются сводами правил СП 484.1311500.2020 и СП 3.13130.2009 [6, 7]. В соответствии с данными документами, тип СОУЭ определяется этажно-

стью здания и количеством мест (вместимостью). Для зданий вместимостью свыше 350 человек и этажностью 3 и более этажей требуется установка СОУЭ 3-го типа. Характеристики данного типа включают:

- речевой способ оповещения;
- наличие световых оповещателей «ВЫХОД»;
- разделение здания на зоны пожарного оповещения [6].

Разделение на зоны оповещения является ключевым требованием, позволяющим реализовать сценарий эвакуации, зависящий от места возникновения пожара. Это дает возможность не оповещать одновременно все здание, а направлять сигнал тревоги только в те зоны, где угроза наиболее велика, и управлять движением людских потоков, предотвращая панику и скопления на путях эвакуации. Для зданий площадью более 3000 м² также требуется применение адресных систем пожарной сигнализации, что интегрируется с зональным принципом построения СОУЭ [7].

Современный рынок технических средств пожарной автоматики предлагает широкий спектр решений для построения СОУЭ. В условиях импортозамещения особую актуальность приобретает использование оборудования отечественных производителей, что обеспечивает технологическую независимость, упрощает сервисное обслуживание и ремонт. Для сравнительного анализа были выбраны системы трех российских компаний: EMSOK, НПП «Омега Саунд» (серия «АЛЬФА») и НВП «Болид» (интегрированная система охраны «Орион»).

Проведенный анализ принципиальных схем построения систем позволяет выделить два основных подхода:

1. Централизованный (стоечный) – реализован в системах EMSOK и «Омега Саунд». Предполагает использование единого блока управления, мощных усилителей и коммутаторов линий, размещаемых в телекоммуникационных шкафах. Сигнал на оповещатели передается по выделенным линиям от центрального узла. Такие системы отличаются высокой мощностью и хорошо подходят для озвучивания больших пространств, но требуют прокладки протяженных кабельных трасс и сложнее в масштабировании.

2. Распределенный (интеллектуальный) – реализован в ИСО «Орион» от НВП «Болид». Основой являются адресные приборы речевого оповещения (серия «Рупор»), которые могут работать как автономно, так и под управлением сетевого контроллера. Такая архитектура позволяет создавать распределенную систему оповещения с передачей речевых сигналов по цифровым интерфейсам (RS-485), что снижает требования к кабельной инфраструктуре и повышает живучесть системы [8].



Рис. 1. Пример построения СОУЭ 3-го типа с несколькими зонами оповещения на базе распределенной архитектуры [1]

Для объективной оценки был проведен сравнительный анализ стоимости ключевых компонентов, необходимых для построения системы на типовом объекте (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительный анализ стоимости комплектующих СОУЭ отечественных производителей [1]

Наименование модуля	Стоимость комплекта основных узлов, руб.		
	НВП «Болид»	НПП «Омега Саунд»	EMSOK
Прибор управления и сопутствующее оборудование	78 955	438 039	461 286

Данные табл. 2 демонстрируют, что применение распределенной архитектуры на базе оборудования НВП «Болид» позволяет существенно снизить капитальные затраты на создание или модернизацию СОУЭ. При этом важным преимуществом является возможность поэтапного наращивания системы и ее высокая ремонтпригодность.

Эффективность СОУЭ напрямую зависит от правильности акустического расчета, обеспечивающего требуемый уровень звука во всех точках защищаемых помещений. Согласно СП 3.13130.2009, звуковые сигналы должны обеспечивать уровень звука не менее чем на 15 дБ выше допустимого уровня постоянного шума, но не менее 70 дБ в наиболее удаленных точках [6].

Расчет уровня звукового давления в произвольной точке помещения производится с учетом паспортного уровня оповещателя, расстояния от него, затухания в дверных проемах и эффекта сложения сигналов от нескольких источников. Общая формула для расчета имеет вид:

$$r = r_0 + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{l^2} \right) + \log_{10}(N) - 20M - 10 \cdot \log_{10}(1 - K_{\text{отр}})$$

где:

- r - уровень громкости в расчетной точке, дБ;
- r_0 - уровень громкости оповещателя на расстоянии 1 м, дБ;
- l - расстояние от источника звука до расчетной точки;
- N - количество оповещателей в зоне;
- M - количество дверей от оповещателя до расчетной точки;
- $K_{\text{отр}}$ - коэффициент звукоотражения твердой стены (для твердых стен принимается 0,8).

Использование данной методики позволяет определить необходимое количество и мощность оповещателей для каждого конкретного помещения. Важно учитывать, что установка настенных оповещателей должна производиться на высоте не менее 2,3 м от уровня пола, а расстояние до потолка должно составлять не менее 150 мм. При наличии в учреждении спальных помещений (в группах детских садов, пришкольных интернатах) требуемый уровень сигнала должен быть не менее 70 дБ на уровне головы спящего человека [1].

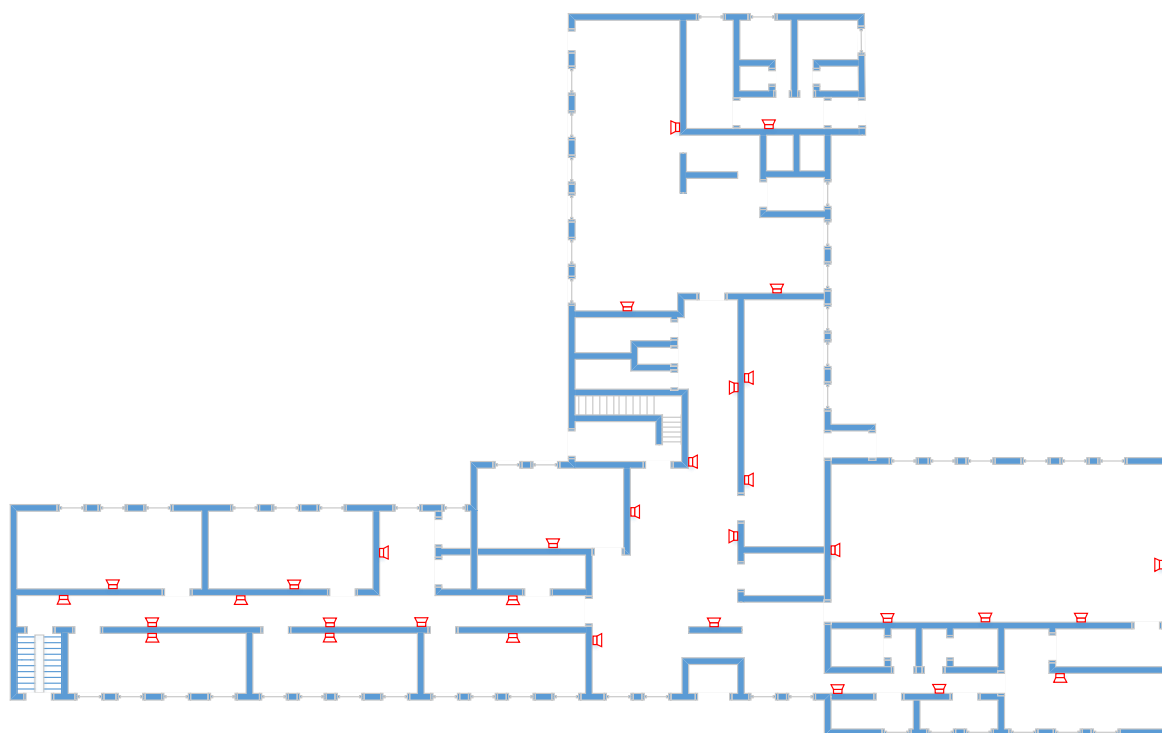


Рис. 2. Пример плана размещения элементов СОУЭ
на этаже здания общеобразовательного учреждения [1]

На основе проведенных расчетов разрабатываются поэтажные планы размещения элементов СОУЭ, на которых указываются места установки речевых и световых оповещателей, трассы прокладки кабельных линий, а также границы зон оповещения. Пример такого плана для этажа типового здания школы приведен на рис. 2.

Перспективные направления совершенствования СОУЭ: интеграция с системами компьютерного зрения

Дальнейшее развитие систем обеспечения пожарной безопасности связано с внедрением технологий искусственного интеллекта, в частности, компьютерного зрения. Интеграция СОУЭ с системами видеонаблюдения, оснащенными нейросетевыми модулями анализа видеоизображений, открывает принципиально новые возможности для управления эвакуацией [9, 10].

Предлагаемая концепция интеллектуальной системы контроля эвакуации предполагает выполнение следующих функций:

1. Мониторинг людских потоков. Камеры, установленные в коридорах, холлах, на лестничных клетках и выходах, в режиме реального времени передают видеоизображение на сервер. Специализированная нейронная сеть (например, на основе сверточных нейросетей или алгоритмов ORB) производит детектирование людей и подсчет их количества в каждой зоне [11, 12].

2. Оценка состояния путей эвакуации. Система анализирует плотность людских потоков и скорость их движения, автоматически выявляя зоны скопления («заторы») и заблокированные участки.

3. Обнаружение оставшихся людей. Нейросеть способна идентифицировать людей, которые по какой-либо причине не покинули опасную зону.

4. Адаптивное управление эвакуацией. На основе полученных данных о реальной обстановке интеллектуальная система может корректировать сценарий оповещения. Например, направлять людей в сторону менее загруженных выходов, изменяя смысловое значение динамических световых указателей, или передавать через речевые оповещатели конкретные инструкции, учитывающие текущую ситуацию (рис. 3) [10, 13].

Применение методов компьютерного зрения, таких как SIFT, SURF, ORB, позволяет обеспечить инвариантность распознавания к изменениям масштаба, освещения и ракурса, что критически важно в условиях задымления и паники. Разработка и внедрение подобных интегрированных решений позволит перейти от реактивной модели реагирования на пожар к проактивному управлению безопасностью людей, существенно повысив эффективность эвакуации и снизив риск гибели и травматизма [14].

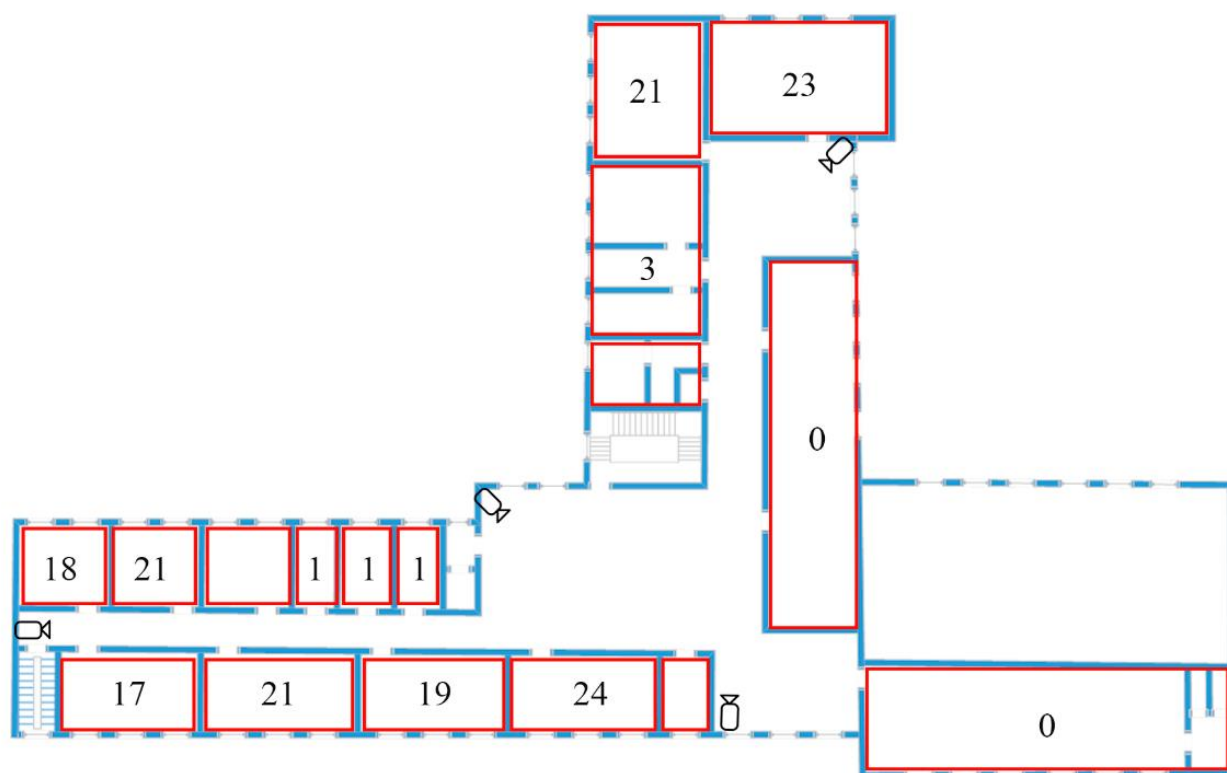


Рис. 3. Принцип работы системы контроля эвакуации
на основе компьютерного зрения [1]

Заключение

В результате проведенного исследования можно сформулировать следующие выводы и предложения:

1. Обеспечение пожарной безопасности общеобразовательных учреждений требует применения СОУЭ не ниже 3-го типа, характеризующихся речевым оповещением и разделением на зоны. Это позволяет реализовывать гибкие сценарии эвакуации, зависящие от места возникновения пожара.

2. Сравнительный анализ технических средств отечественных производителей показал, что применение распределенных архитектур (на примере ИСО «Орион» НВП «Болид») является экономически более выгодным и технически целесообразным для объектов образования по сравнению с традиционными стоечными решениями. Это подтверждается существенно более низкой стоимостью комплектующих и простотой масштабирования.

3. Разработанная методика акустического расчета и зонирования помещений позволяет гарантированно обеспечить требуемые нормативными документами уровни звука для эффективного оповещения людей.

4. Перспективным направлением совершенствования СОУЭ является их интеграция с интеллектуальными системами видеонаблюдения на базе компьютерного зрения и нейросетей. Такие системы способны в реальном времени контролировать процесс эвакуации, выявлять проблемные участки, обна-

руживать оставшихся людей и, в перспективе, обеспечивать адаптивное управление движением людских потоков, что выводит безопасность объектов образования на качественно новый уровень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев С. А. Анализ и совершенствование системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре для здания МКОУ Коченёвской СОШ № 2 р.п. Коченёво Новосибирской области: бакалаврская работа. Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. 53 с.
2. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ: ред. от 30.12.2015 // Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 35. Ст. 3649.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: ред. от 13.07.2015 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2008. № 30 (ч. I). Ст. 3579.
4. ГОСТ Р 53325–2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2012 г. № 1028-ст. Москва: Стандартинформ, 2013. 84 с.
5. ГОСТ Р 53704–2009. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования. Москва: Стандартинформ, 2010. 16 с.
6. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности: утвержден Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173. Москва: МЧС России, 2009. 18 с.
7. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования: утвержден Приказом МЧС России от 31.07.2020 № 582. Москва: МЧС России, 2020. 90 с.
8. ИСО «Орион». Справочник монтажника. Выпуск 6. Королев: НВП «Болд», 2015. 272 с.
9. Варнакова Е. А., Сердюков И. Л., Неваев А. С. Повышение пожарной безопасности в общеобразовательных учреждениях // Аллея науки. 2019. Т. 1, № 2. С. 772–778.
10. Слабодчук П. А., Долгов Р. В. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях на основе искусственной нейронной сети. Москва: Академия ГПС МЧС России, 2009. 112 с.
11. Козлов К. И. Нейронная сеть для обеспечения пожарной безопасности // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 12. С. 222–224.
12. Вытовтов А. В., Юртаев Е. А. Применение искусственных нейронных сетей для решения прикладных задач пожарной безопасности // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сборник научных трудов. Воронеж, 2021. С. 393–397.

13. Чупакова А. О. Формирование обучающего массива для анализа применения регрессионной модели нейронной сети в вопросе управления пожарной безопасностью производственных объектов // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. Москва, 2023. № 8. С. 25–29.

14. Шарипов Ш. Р. Оценка пожарного риска и проектирование системы оповещения и управления эвакуацией МБОУ «СОШ № 8 г. Юрги» // Научный альманах. 2020. № 3. С. 45–49.

УДК 614.849

Н.А. Сизонова

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: В данной статье рассматриваются технологии искусственного интеллекта (ИИ) систем пожаротушения. Результаты проведенного в статье анализа показали, что данные алгоритмы быстро реагируют на чрезвычайные ситуации различного характера. Также ИИ помогает предотвращать угрозы посредством прогнозирования рисков. Модернизация систем требует объективной оценки. В этой связи работа включает разбор преимуществ новых технологий. В статье рассматриваются текущие сложности внедрения ИИ в пожарную безопасность в плане практического применения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, пожар, пожарная безопасность, автоматическое пожаротушение.

N.A. Sizonova

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FIRE SAFETY

Abstracts: This article discusses artificial intelligence (AI) technologies for fire extinguishing systems. The results of the analysis carried out in the article showed that these algorithms quickly respond to emergencies of various nature. AI also helps prevent threats by predicting risks. Modernization of systems requires an objective assessment. In this regard, the work includes an analysis of the advantages of new technologies. The article discusses the current difficulties of implementing AI in fire safety in terms of practical application.

Keywords: artificial intelligence, fire, fire safety, automatic fire suppression.

В настоящее время современные технологии активно интегрируются в различные сферы деятельности, и системы пожарной безопасности в этом процессе не стали исключением. Искусственный интеллект (ИИ) занимает значимое место в создании современных технических решений, поскольку данные разработки обеспечивают повышение эффективности обнаружения возгораний различного характера. Применение ИИ способствует усилению противопожарной защиты объектов. В этой связи внедрение алгоритмов обеспечивает снижение количества ложных тревог в плане практической эксплуатации систем. Обеспечивает защиту и безопасность объектов любого типа. Данные методы позволяют оперативно реагировать на нештатные ситуации, предотвращать их, анализируя данные полученные от (ИИ) с использованием расчета рисков.

В настоящее время современные тенденции развития систем на базе нейросетевых подходов активно проникают в промышленный сектор, и формирование обширной высокотехнологичной отрасли в данном процессе не стало исключением. Ведущие мировые исследовательские и научные центры (в структуре данной индустрии) занимают значимое место. Крупнейшие сетевые компании обеспечивают крупносерийное производство специализированных устройств различного характера. Постоянному росту инновационного потенциала сектора способствует подобная концентрация ресурсов способствует. В этой связи развитие производственных мощностей обеспечивает стабильный прогресс отрасли в плане практического применения нейросетевых технологий.

Применение ИИ в пожарной безопасности, автоматизирует процессы и улучшает качество обнаружения точек возгорания. ИИ обрабатывает полученные данные с различных датчиков (задымления, газоанализаторов, температуры), аудиоустройств, видеокамер, спутниковых снимков, а также позволяет значительно минимизировать время между моментом возгорания и его обнаружением, за счёт компьютерного зрения. ИИ способен автоматически извлекать значимую информацию из изображений, видеопотоков или трёхмерных сцен для многофакторного анализа.

Искусственные нейроны ИИ обладают способностью вычислить нужное количество огнетушащих веществ и контролируют систему автоматического пожаротушения (беспилотники используются для тушения очагов возгорания в труднодоступных местах, что существенно повышает проведение операций). ИИ способен вычислять более верный маршрут эвакуации людей. Отслеживать перемещение их в реальном времени при возгорании и изменять при необходимости пути эвакуации, анализируя распространение пламени и дыма и уменьшать риски, благодаря использованию речевых извещателей и световых табло. Обладает способностью обрабатывать информацию о плотности людей в различных зонах здания.

Благодаря искусственным нейросетевым подходам, способных обрабатывать и передать информацию о распознавании дыма, ИИ способен оценить сложившуюся обстановку, различить легкие дымовые сигналы, отличая опасное возгорание от термической обработки продуктов, что позволяет исключить лишние срабатывания.

В ситуациях, где основные методы системы противопожарной безопасности являются малоэффективными, широкое применение получили камеры, способные работать с встроенными искусственными нейронами, благодаря которым система улавливает задымление с больших расстояний. К труднодоступным территориям относятся лесополосы или крупные помещения с интенсивной циркуляцией воздуха. ИИ реагирует задолго до срабатывания дымового извещателя [1].

Совместная работа ИИ с пожарной безопасностью значительно минимизирует временной интервал реагирования при пожаре.

В настоящее время технологии ИИ активно интегрируются в существующие системные инфраструктуры зданий, и сегменты освещения и вентиляции в данном процессе не стали исключением. Подобная интеграция (в рамках обеспечения безопасности объектов) занимает значимое место. Оперативное оповещение об опасности, а также управление вентиляционными потоками различного характера обеспечивается автоматизированными системами. Постоянному повышению точности размещения датчиков способствует использование расчетных интеллектуальных алгоритмов. При проектировании учитываются параметры: препятствия, высота потолков, конфигурация помещений. В этой связи применение технологий ИИ обеспечивает снижение количества ложных тревог в плане практической эксплуатации систем.

ИИ способен быстро и качественно создавать проектную документацию. Подготавливать чертежи, а также разделы по спецификации. Грамотный подход к процессу разработки проектов заметно ускоряется, а главное снижает количество ошибок.

Использование ИИ предотвращает возгорания за счет анализа и обработке данных на пожаре. Способен обрабатывать широкую информационную базу при обширном возгорании, обнаруживая потенциальные угрозы. Проводит анализ данных сравнивая, например, климатические условия с историей пожаров. Данный анализ существенно помогает выявлять уязвимые места в системах безопасности и исключать повторение подобных ситуаций. Выявление причин пожаров способствует разработке эффективных методов защиты.

Виртуальные тренировки с использованием ИИ, позволяют моделировать опасные нештатные ситуации. Отрабатываются варианты действий, как в рамках небольших возгораний, так и в рамках масштабных катастроф на крупных производственных объектах. Важна максимальная реалистичность картины возгорания для подготовки людей к реальным сложным ситуациям,

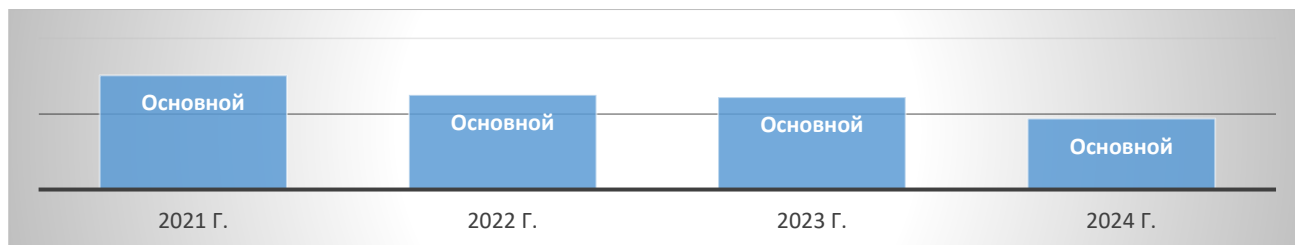
что позволяет им учиться быстро и качественно принимать верные решения в момент опасности [1; 2; 3].

«Виртуально-тренажёрный комплекс предназначен для подготовки сотрудников специализированного подразделения МЧС и аварийно-спасательных формирований созданный в 2022 году совместно Ивановской пожарно-спасательной академией ГПС МЧС России и ЗАО «Институт телекоммуникаций».

VR-тренажёр «Действия при пожаре». На виртуальной онлайн площадке создаётся помещение предприятия с указанием существующих параметров, где возможно размещение основные средств, используемых для тушения очагов пожара.

Согласно полученным статистическим данным на июль 2025 года, с камер Подмосковья, оборудованных ИИ, в лесополосе было зафиксировано 39 очагов пожаров. ИИ анализировал, обрабатывал данные, определяя точные параметры и места задымления очагов возгорания, направляя оповещение диспетчеру. Что позволило уменьшить время реагирования на 40 минут [4].

В ниже приведенной гистограмме, отражены данные зафиксированные на территории Российской Федерации по числу пожаров за период 2021-2024 гг. Максимальное количество пожаров пришлось на 2021 г. Минимальное – 2024 г [5].



Гистограмма. Число лесных пожаров по субъектам Российской Федерации за 2021-2024 гг.

Применение ИИ в пожарной безопасности, автоматизирует процессы и улучшает точность обнаружения очагов возгорания. Позволяет сократить время между возникновением возгорания и его обнаружением.

Каждая созданная система имеет преимущества и недостатки при ее внедрении в современную жизнь мегаполиса, ИИ не является исключением. В сфере пожарной безопасности ИИ технологии, позволяют вывести автоматическое пожаротушение на более высокий уровень.

Система, оснащенная ИИ способна автоматизировать процессы, сокращая зависимость от человеческого фактора, что помогает избегать ошибки, связанные с усталостью или в момент стрессовой ситуацией. ИИ может быть установлен в местах, где работа для граждан связана с опасными условиями

труда, беря большую задачу на себя и освобождая персонал от работы в небезопасных условиях. Система позволяет выполнять задачи, требующие высокой квалификации сотрудников, что снижает зависимость от наличия квалифицированных рабочих, снижая риск несчастных случаев на рабочем месте. ИИ улавливает и анализирует возгорание на начальных стадиях. Позволяет минимизировать время реагирования. Способен к просчитыванию и прогнозированию конкретных перспектив развития процессов возгорания, путем выявления потенциально опасных ситуаций. Во время работы, ИИ способен подстраиваться под изменяющиеся условия в здании или в окружающей среде, а также экономить средства, в связи с устранением ложных срабатываний.

Установка системы ИИ – требует финансовых затрат, а также траты на обновления и обслуживание системы. При экстремальных условиях система может выдать сбой, что заставляет задуматься о ее надежности в критически сложный момент. Высокие риски для безопасности (кибербезопасность). Ошибки в данных работы встроенных искусственных нейронов ИИ зависят от качества полученной и обработанной информации, что может провоцировать ложную тревогу.

Заключение: Большинство современных объектов обеспечивают свою пожарную безопасность с помощью традиционных средств. Однако, в крупных городах в пожарной безопасности используются инновационные технологии с применением искусственного интеллекта, который способен решить наиболее актуальные проблемы. Это систематический и детальный контроль с целью обеспечения соответствия процессов и результатов, а также гарантия безопасности, постоянного мониторинга, непрерывного процесса регистрации параметров объекта, чтобы предотвратить воспламенения, в случае появления очага минимизировать его и обеспечить спасение людей, а также максимальное сохранение всех материальных ценностей. Искусственный интеллект способен предупредить ситуации, связанные с травмами, возникновение несчастных случаев на производстве и в других сферах жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. 2022. №9. С. 41-43.
2. Роль искусственного интеллекта (ИИ) в пожарной безопасности [Электронный ресурс] URL: <https://securpb.ru/article/rol-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnej-bezopasnosti/> (Дата обращения 07.04.2026).
3. Применение искусственного интеллекта (ИИ) в пожарной безопасности [Электронный ресурс] URL: <https://firefinder.ru/statyi/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnej-bezopasnosti/> (Дата обращения 07.04.2026)

4. Более трети лесных пожаров в Подмосковье обнаружили благодаря камерам с ИИ. [Электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/20250725/ii-2031447498.html> (Дата обращения 07.04.2026).

5. Пожары и пожарная безопасность в 2024 году: Статист. сб. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 114 с.

УДК 614.849

А.А. Силютин, О.Г. Циркина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Аннотация: Склады нефти и нефтепродуктов относятся к категории взрывопожароопасных объектов. Наличие больших запасов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей создает потенциальную угрозу возникновения крупных техногенных аварий. В статье проведен анализ существующих подходов, систем и технологий, применяемых для обеспечения пожарной безопасности на складах нефтепродуктов, сформулированы основные задачи, требующие решения при обеспечении пожарной безопасности подобных объектов защиты.

Ключевые слова: пожарная безопасность, нефтебаза, склад нефтепродуктов, генеральный план, проектирование, инженерно-технические решения

A.A. Silutin, O.G. Tsirkina

ON THE ISSUE OF FIRE SAFETY IN OIL PRODUCT STORAGE FACILITIES

Abstracts: Oil and petroleum product storage facilities are classified as explosive and fire-hazardous facilities. The presence of large reserves of flammable and combustible liquids poses a potential threat of major industrial accidents. This article analyzes the existing approaches, systems, and technologies used to ensure fire safety in oil and petroleum product storage facilities, and identifies the main challenges that need to be addressed to ensure the fire safety of such facilities.

Keywords: fire safety, oil depot, oil product warehouse, master plan, design, engineering and technical solutions

Современные здания и сооружения, в том числе, склады нефти и нефтепродуктов, характеризуются сложной системой архитектурно-планировочных решений, применением новых материалов и насыщением новейшим инженерным оборудованием. В данном случае техническое перевооружение значи-

тельно опережает развитие нормативной базы и осуществляет нагрузку на стандартные методы защиты. В связи с этим возникает объективная необходимость в разработке и внедрении новых, более эффективных инженерно-технических решений, способных обеспечить требуемый уровень пожарной безопасности на всех этапах функционирования объекта, поэтому работа в данном направлении является актуальной.

Научную новизну работы представляет разработка и создание способа или инженерно-технического решения, направленного на обеспечение пожарной безопасности объекта защиты, а также рассмотрение уже известной информации в новом аспекте.

Практическая значимость выполняемой работы заключается в том, что разработанные решения позволят повысить уровень защиты людей и имущества от пожаров, что снизит риск гибели людей и сократит потенциальный материальный ущерб.

Для разработки новых подходов необходимо систематизировать и проанализировать современные инженерно-технические решения, применяемые для обеспечения пожарной безопасности складов нефтепродуктов, с учетом актуальных требований нормативной документации и инновационных разработок.

Склады нефти и нефтепродуктов представляют собой комплекс зданий, резервуаров и других сооружений, предназначенных для приема, хранения и отгрузки нефти и нефтепродуктов. Нефтебазы относятся к категории взрывопожароопасных объектов. Наличие больших запасов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей создает потенциальную угрозу возникновения крупных техногенных аварий. Пожары на таких объектах характеризуются быстротой развития, высокой температурой горения, значительными материальными потерями и тяжелыми экологическими последствиями. В условиях современной экономики, высокой загрузки логистических цепочек и появления новых угроз, включая техногенные воздействия и атаки беспилотных летательных аппаратов. Поэтому, проблема обеспечения надежной пожарной безопасности нефтебаз стоит особенно остро.

Разработка эффективных инженерно-технических решений обусловлена необходимостью защиты человеческих жизней, имущества, окружающей среды и обеспечения устойчивой работы объектов защиты.

Цель данного этапа работы заключается в анализе существующих подходов, систем и технологий, применяемых для обеспечения пожарной безопасности на складах нефтепродуктов.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- на этапе проектирования принять решение по оптимальному и безопасному размещению элементов объекта защиты в соответствии с требованиями нормативно-технической документации;

- проанализировать существующую технологическую схему размещения элементов объекта или самого объекта, оценить планировочные решения по размещению сооружений на генеральном плане;

- оценить конструктивно-планировочные решения для всех объектов, размещенных на территории нефтебазы, в соответствии требованиями нормативно-технической документации;

- разработать решения по размещению инженерного оборудования с сетями систем инженерно-технического обеспечения: электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, отопления, вентиляции и кондиционирование воздуха, тепловых сетей, связи.

Генеральная планировка должна выполняться в соответствии с требованиями ст. 52, главой 16 и ст. 66, ст. 70 Федерального закона РФ от 22.07.2009 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1], с учетом обеспечения подъездов и проездов к зданиям, в том числе с учетом габаритов пожарной техники, требуемых противопожарных разрывов, требуемого размещения пожарных гидрантов на территории объекта и планировочных ограничений. Генеральный план должен предусматривать устройство внутриплощадочного проезда, обеспечивающего возможность подъезда автомобилей для строительства и ремонта, а также проезда пожарных автомобилей. Расстановка технологического оборудования выполнена с учетом нормативных противопожарных разрывов.

При проектировании сооружений и наружных установок зоны ГСМ необходимо использовать конструктивные решения, принятые исходя из условий района строительства, результатов инженерно-геологических изысканий площадки строительства, технических характеристик металлоконструкций, трубопроводов и основного технологического оборудования с учетом теплоизоляции, вертикальной пространственной ориентации на основании расчетов строительных конструкций.

Противопожарные расстояния между сооружениями, наружными установками и технологическими эстакадами должны соответствовать требованиям СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [2], СП 18.13330.2011 [3], ПУЭ [4]. Противопожарные расстояния от наземных резервуаров для нефти и нефтепродуктов до зданий, сооружений и наружных установок проектируемого объекта приняты в соответствии со СП 155.13130.2014, ПУЭ, СП 4.13130.2013 [5].

Размещение зданий и наружных установок на генплане выполняется с учётом противопожарных и санитарно-гигиенических разрывов. Компоновка оборудования и сооружений, расположение обвязочных трубопроводов и арматуры выполнена с учетом обеспечения свободного доступа для монтажа и обслуживания, а также с учетом обеспечения безопасности эвакуации людей в соответствии с требованиями п. 9.6.1 СП 1.13130.2009 [6]. Для обеспечения пожарной безопасности предусматриваются противопожарные мероприятия

по размещению сооружений на безопасных расстояниях, с учётом правил пожарной безопасности.

В соответствии с требованием ст. 69 ФЗ №123, выбор размеров зданий и пожарных отсеков, а также расстояний между зданиями следует производить в зависимости от степени их огнестойкости, класса конструктивной и функциональной пожарной опасности и величины пожарной нагрузки, а также с учетом эффективности применяемых средств противопожарной защиты, наличия и удаленности пожарных служб, их вооруженности, возможных экономических и экологических последствий пожара.

Подводя итог вышесказанному необходимо отметить, что пожарная безопасность нефтебазы обеспечивается:

- соблюдением безопасных расстояний от зданий и сооружений склада ГСМ до соседних зданий и сооружений с учетом исключения возможного переброса пламени в случае возникновения пожара;
- созданием условий, необходимых для успешной работы пожарных подразделений при тушении пожара.

При обосновании проектных решений по наружному противопожарному водоснабжению, по определению проездов и подъездов для пожарной техники на территории объекта нужно предусмотреть следующие системы водоснабжения:

- а) система хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- б) система противопожарного водоснабжения в составе:
 - система автоматического пенного пожаротушения;
 - система водяного охлаждения.

Железнодорожная и автомобильная эстакады должны оборудоваться стационарными системами пожаротушения и охлаждения. Пожаротушение и охлаждение технологической насосной станции и площадки ожидания заполненных цистерн возможно от передвижной пожарной техники.

Таким образом, компоновочные решения по размещению объектов проектирования должны разрабатываться в соответствии с требованиями действующих норм и правил, обеспечивающих технологичность связей, возможность монтажа, эксплуатации и ремонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон РФ от 22.07.2009 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 45 с.
3. СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий» (актуализированная редакция СНиП II-89-80*). М.: ОАО ЦПП, 2011. – 46 с.

4.ПУЭ 7 (Правила устройства электроустановок, 7-е издание 2003 г). М.: Эксмо, 2010. – 484 с.

5.СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 82 с.

6.СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 55 с.

УДК 614.8

А.О. Синкевич

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ПЕРЕХОД К ПРЕДИКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ

Аннотация: в статье рассматриваются современные подходы к оценке техногенных рисков на промышленных предприятиях. Обоснована необходимость перехода от традиционных методов анализа к интеллектуальным системам, основанным на применении искусственного интеллекта. Предложена концепция динамической оценки риска, которая позволяет учитывать изменение производственных условий в режиме реального времени. На примере предприятия ООО «Крокус-ХМ» показана эффективность применения методов предиктивной аналитики для повышения уровня промышленной безопасности.

Ключевые слова: техногенные риски, промышленная безопасность, искусственный интеллект, предиктивная аналитика, управление рисками.

A.O. Sinkevich

INTELLIGENT ASSESSMENT OF MAN-MADE RISKS AT OIL AND GAS INDUSTRY ENTERPRISES: TRANSITION TO PREDICTIVE MANAGEMENT

Abstracts: the article considers modern approaches to the assessment of technogenic risks at industrial enterprises. The need to move from traditional methods of analysis to intelligent systems based on the use of artificial intelligence has been substantiated. The concept of dynamic risk assessment is proposed, which allows to take into account changes in production conditions in real time. The example of Crocus-HM LLC shows the effectiveness of using predictive analytics methods to improve the level of industrial safety.

Keywords: man-made risks, industrial safety, artificial intelligence, predictive analytics, risk management.

Введение

В современных условиях развития промышленности проблема обеспечения безопасности производственных процессов приобретает особую актуальность. Предприятия нефтегазовой отрасли характеризуются высокой концентрацией опасных факторов, что обуславливает необходимость эффективной системы управления техногенными рисками [1].

Традиционные методы оценки рисков основаны на анализе статистических данных и экспертных оценках [2]. Однако данные подходы не позволяют учитывать динамику изменения производственных условий, что снижает точность прогнозирования аварийных ситуаций.

В этой связи возрастает роль цифровых технологий, в частности искусственный интеллект, способных обеспечить более точную и оперативную оценку рисков [3].

Цель работы — оценить уровень техногенных рисков на предприятии и разработать комплекс мероприятий по их минимизации до приемлемого уровня.

Проблематика традиционных методов

Существующие методы оценки техногенных рисков имеют ряд ограничений:

- статичность моделей;
- зависимость от экспертных оценок;
- ограниченная точность прогнозирования.

Как отмечается в работах отечественных исследователей, использование только статистических данных не позволяет учитывать влияние текущих факторов, таких как техническое состояние оборудования и человеческий фактор [2].

В результате система управления безопасностью приобретает реактивный характер, ориентированный на ликвидацию последствий, а не на их предупреждение.

Концепция динамического риска

В рамках исследования предлагается концепция динамической оценки риска, основанная на непрерывной обработке данных.

Ключевым элементом является использование технологий искусственного интеллекта, который позволяет:

- анализировать большие объемы информации;
- выявлять закономерности возникновения аварий;
- прогнозировать развитие чрезвычайных ситуаций.

Дополнительно применяется предиктивная аналитика, обеспечивающая переход к проактивному управлению рисками [4].

Таким образом, риск рассматривается как динамическая величина, изменяющаяся в зависимости от текущих условий.

Апробация на примере ООО «Крокус-ХМ»

Анализ деятельности предприятия показал, что основными источниками техногенных рисков являются:

- эксплуатация строительной техники;
- проведение сварочных работ;
- транспортные операции;
- неблагоприятные климатические условия.

При использовании традиционных методов оценка риска производится периодически и не отражает текущую ситуацию.

Внедрение динамической модели позволяет:

- выявлять предаварийные состояния;
- прогнозировать отказ техники;
- снижать вероятность аварий.

Результаты и обсуждение

Применение предложенного подхода позволяет повысить эффективность системы управления безопасностью за счёт[5]:

- своевременного выявления опасных ситуаций;
- снижения влияния человеческого фактора;
- повышения обоснованности управленческих решений.

Как показывают исследования, внедрение интеллектуальных систем может снизить уровень аварийности на 15–25 % [5].

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что традиционные методы оценки техногенных рисков не обеспечивают необходимого уровня точности в современных условиях.

Предложенная концепция динамического риска, основанная на использовании искусственного интеллекта позволяет существенно повысить эффективность управления безопасностью.

Реализация данного подхода на предприятиях нефтегазовой отрасли, включая ООО «Крокус-ХМ» (г. Ханты-Мансийск), позволит снизить уровень техногенных рисков и повысить устойчивость производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов П. Г., Чернов К. В. Техногенные системы и экологический риск : учебник и практикум для вузов. — М. : Юрайт, 2024. — 405 с.
2. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. — М. : Деловой экспресс, 2001. — 344 с.

3. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. — М. : Деловой экспресс, 2002. — 368 с.

4. Масленникова И. С., Еронько О. Н. Безопасность жизнедеятельности : учебник. — М. : ИНФРА-М, 2022. — 304 с.

5. Бектобеков Г. В. Управление промышленной безопасностью. — СПб. : Лань, 2025.

6. Климантов А. А., Охотников А. В., Самигуллин Г. Х., Ивахнюк С. Г. Промышленная безопасность. — СПб. : Лань, 2026.

УДК 004.89

Е. Ф. Скрипунова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРОВ: ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Аннотация: В представленной работе продемонстрирована практическая реализация нейросети, предсказывающая уровень знаний населения о правилах пожарной безопасности, позволяющая адаптировать образовательные программы в зависимости от выявленных потребностей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, профилактика пожаров, пожарная безопасность, машинное обучение

E. F. Skripunova

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FIRE PREVENTION: ASSESSING THE POSSIBILITIES

Abstracts: This paper demonstrates the practical implementation of a neural network that predicts the population's level of knowledge about fire safety regulations, allowing educational programs to be tailored to the identified needs.

Keywords: artificial intelligence, fire prevention, fire safety, machine learning

Введение

Нейросети, один из перспективных инструментов в области информационных технологий, открывающих новые возможности для улучшения противопожарной пропаганды. Способность анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и предлагать индивидуализированные решения для различных целевых аудиторий повышает актуальность применения данного подхода. Использование

нейросетей позволит значительно повысить эффективность образовательных программ, а также адаптировать информационные материалы под конкретные условия и потребности населения.

Цель исследования

В работе предлагается интегрировать нейросети в систему противопожарной пропаганды, использовать ее потенциальные преимущества и основные направления, оказывая влияние на повышение безопасности и осведомленности граждан о пожарной безопасности.

Профилактика пожаров представляет совокупность превентивных мер, направленных на исключение возможности возникновения пожаров и ограничение их последствий.

С целью предупреждения пожаров и сокращения гибели на них людей (детей) органы ГПН осуществляют профилактику пожаров в форме профилактики рисков причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в области пожарной безопасности [1, 2].

Материалы и методы

В рамках повышения уровня безопасности и эффективности противопожарной пропаганды совместно с сотрудниками управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре проведен устный опрос населения. Целью исследования было выявление мнения населения о текущих мерах по профилактике пожаров и оценке эффективности. Опрос охватывает различные аспекты, уровень информированности граждан о правилах пожарной безопасности, частоту участия в обучении и важность темы для респондентов. Полученные данные могут помочь в дальнейшем совершенствовании программ по пропаганде пожарной безопасности и адаптации к потребностям общества, способствуя снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций

Пример набора данных, который можно использовать для обучения нейросети Keras с целью опроса населения в области пропаганды пожарной безопасности. В табл. 1 приведены пять признаков, общий объем опрошенных составил 300 человек.

Таблица 1. Набор данных

ID	Возраст	Уровень образования	Частота участия в обучении по пожарной безопасности	Знание основных правил пожарной безопасности (1-5)	Оценка важности пропаганды пожарной безопасности (1-5)
1	25	Высшее	1 (никогда)	3	5
2	34	Среднее	2 (редко)	4	4
...	...	...	...	...	...
299	27	Неполное высшее	4 (часто)	4	4
300	50	Среднее	5 (всегда)	5	5

Описание признаков, используемых в таблице:

1. ID, уникальный идентификатор респондента.
2. Возраст респондента (в годах).
3. Уровень образования респондента – "Неполное среднее", "Среднее", "Неполное высшее", "Высшее".
4. Частота участия в обучении по пожарной безопасности, оценка от 1 до 5, где 1 – никогда, 5 – всегда.
5. Знание основных правил пожарной безопасности, оценка уровня знания основных правил, где 1 – очень низкий уровень, 5 – очень высокий уровень.
6. Оценка важности пропаганды пожарной безопасности, оценка важности темы для респондента, где 1 – не важно, 5 – очень важно.

Набор предлагается использовать для обучения модели, анализирующей мнения населения о пожарной безопасности и определяющей аспекты, требующие внимания.

Для построения нейросети с использованием библиотеки Keras на основе набора данных, содержащего 300 строк, требуется написать код на языке программирования Python, включающий создание модели, обучение и оценку. Набор данных загружен в DataFrame с использованием библиотеки pandas [3]. В качестве целевой переменной предлагается опробовать - знание основных правил пожарной безопасности, и посмотреть, как связана данная переменная с независимыми признаками. Процесс построения модели искусственного интеллекта включает ряд этапов: загрузка данных, предобработка данных, инициализация модели, обучение и валидация с оценкой метрик.

Результаты обучения представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты обучения за 100 эпох

Эпоха	loss	mae	val_loss	val_mae
1	8.2089	2.4613	5.5443	1.9988
10	1.9895	1.2216	1.7344	1.0645
30	1.9996	1.2387	1.7799	1.1035
50	1.6940	1.1099	1.8222	1.1303

Приблизительно после 10-й эпохи, происходит переобучения сети, из-за чего необходимо ограничить число эпох 10-ю.

Оценка по метрике абсолютной ошибки (MAE) представлена в табл. 3.

Таблица 3. Результаты обучения согласно метрики MAE

№	Epoch	Train Loss	Validation Loss	Train MAE	Validation MAE
0	1	7.924585	5.544271	2.382451	1.998850
1	2	4.565505	2.592286	1.718736	1.332300
2	3	2.699780	1.664029	1.390917	1.040343
3	4	2.322337	1.667980	1.334544	1.039718
4	5	2.235024	1.704203	1.313295	1.058026
5	6	2.186224	1.679763	1.293170	1.044829
6	7	2.161261	1.735383	1.284983	1.057236
7	8	2.122531	1.755325	1.271005	1.068138
8	9	2.135896	1.716640	1.274369	1.061720
9	10	2.105861	1.734407	1.265586	1.064483

Анализ результатов работы нейронной сети, построенной с помощью библиотеки Keras, на основе предоставленных данных о значении функции потерь и средней абсолютной ошибке (MAE) для каждой эпохи обучения дает представление об эффективности модели и способности предсказания.

1. Общая тенденция потерь. Train Loss и Validation Loss, в течение первых 10 эпох наблюдается снижение значений потерь на обучающем и валидационном наборе данных, указывая, что модель успешно обучается и находит закономерности в данных.

На 10-й эпохе Train Loss составляет 2.105861, а Validation Loss — 1.734407. Модель улучшает результаты, однако темп снижения потерь замедляется и наблюдается переобучение

2. Анализ MAE, Train MAE и Validation MAE. Значения MAE уменьшаются с каждой эпохой, на 10-й эпохе MAE для обучающего набора составляет 1.265586, для валидационного — 1.064483, модель становится более

точной в своих предсказаниях. Сравнение значений MAE показывает, модель хорошо обобщает данные, разница между обучающим и валидационным MAE маленькая.

3. Проблемы с переобучением. На первых 10 эпохах модель демонстрирует хорошее обучение, в дальнейшем возникает переобучение, если Validation Loss увеличивается при дальнейшем обучении, это указывает на то, что модель начинает запоминать данные, а не учиться обобщать.

4. Сравнение потерь и MAE. Значения Validation Loss и Validation MAE находятся на приемлемом уровне, указывая на хорошую производительность модели при валидации. Данный фактор подтверждается тем, что значения потерь и MAE для валидационного набора меньше, чем для обучающего, являясь признаком того, что модель не переобучается в течение первых 10 эпох.

Заключение

На основании анализа результатов можно сказать, что нейросеть, построенная с помощью библиотеки Keras, показывает хорошие результаты в обучении на данных о противопожарной пропаганде и может использоваться в целях предсказания целевой переменной - знание основных правил пожарной безопасности, на основании независимых переменных. Модель успешно снижает потери и значение метрики MAE, свидетельствуя о способности делать точные предсказания.

Снижение значений потерь и средней абсолютной ошибки на обучающем и валидационном наборах данных указывает на то, что модель эффективно обучается, обладает хорошей обобщающей способностью. Данный факт позволяет утверждать, что Keras является подходящим инструментом для анализа и предсказания в данной области.

Результаты работы модели открывают возможности для дальнейшего использования нейросетевых подходов в сфере пожарной безопасности, способствуя улучшению образовательных программ, повышению уровня осведомленности населения о правилах пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липинская А.А. [и др.] Анализ судебной практики приведения в пожаробезопасное состояние торговых центров // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 254-257. - EDN: OPEJFE
2. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. - EDN: RXCHMG
3. Чупакова А. О. Формирование обучающего массива для анализа применения регрессионной модели нейронной сети в вопросе управления пожарной безопасностью

производственных объектов //проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов
Учредители: Академия государственной противопожарной службы. – №. 8. – С. 25-29.
EDN: CKXHNDY

УДК 614.841.41

Н.В. Смирнов, О.В. Кривошапкина, Е.А. Поединцев, В.В. Булгаков

ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России»

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КЛАССИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Аннотация: В настоящей статье рассмотрены основные принципы и критерии классификации твердых веществ и строительных материалов по показателям пожарной опасности. Представлены предложения по совершенствованию отдельных критериев классификации, перспективные направления научных исследований пожарной опасности с целью их последующего обоснования.

Показана возможность корреляции между отдельными показателями отечественной и зарубежной классификации по пожарной опасности.

Ключевые слова: строительные материалы, пожарная опасность, классификация твердых веществ и материалов.

N. V. Smirnov, O. V. Krivoshapkina, E. A. Poedintsev, V. V. Bylgakov

ON IMPROVEMENT OF CLASSIFICATION OF SOLID SUBSTANCES AND MATERIALS BY FIRE HAZARD INDICATORS

Abstracts: This article discusses the basic principles and criteria for classifying solid substances and building materials as fire hazard indicators. Proposals for improvement of individual classification criteria, promising directions of scientific research of fire hazard for the purpose of their subsequent substantiation are presented.

The possibility of correlation between individual indicators of domestic and foreign fire hazard classification is shown.

Keywords: construction materials, facing materials, classification of solids and materials.

В первоначальной редакции Федерального закона ФЗ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008г. (далее по тексту – ФЗ) впервые в отечественной практике противопожарного нормирования была представлена классификация строительных материалов (СМ) по пожарной опасности. Строительные материалы по пожарной опасно-

сти в ФЗ подразделялись на 6 классов КМ0-КМ5, где КМ0 – негорючие материалы, КМ5 – наиболее пожароопасные материалы. Каждый из классов (КМ1-КМ5) пожарной опасности включает в себя комплекс показателей (группы горючести, воспламеняемости, распространения пламени, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения). Такой подход к формированию классов аналогичен подходу Европейской классификации [1]. Обе классификации можно сравнить, проанализировав таблицу 1 и публикации [1, 7].

Таблица 1. Классы пожарной опасности строительных материалов

Свойства пожарной опасности строительных материалов	Классы пожарной опасности строительных материалов в зависимости от групп					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г3	Г4
Воспламеняемость	-	В1	В2	В2	В2	В3
Дымообразующая способность	-	Д2	Д2	Д3	Д3	Д3
Токсичность	-	Т2	Т2	Т2	Т3	Т4
Распространение пламени	-	РП1	РП1	РП2	РП2	РП4

Как видно из таблицы 1 и [1, 7] в обеих классификациях заложен одинаковый принцип формирования классов, когда в один класс сводятся несколько показателей пожарной опасности материала. Такой подход весьма удобен для дальнейшего решения задач противопожарного нормирования применения материалов (изделий) в строительстве (в зданиях различного функционального назначения), при подтверждении соответствия действующим требованиям пожарной безопасности, при использовании в нормативно-технической и сопроводительной документации на СМ. Конкретные показатели пожарной опасности определяются по методам [2-13].

Одним из существенных недостатков отечественной классификации (таблица 1) является отсутствие в комплексе показателей, определяющих классы КМ0-КМ5, удельной теплоты сгорания. Указанный недостаток при наличии действующего стандарта [6] может быть устранен при дальнейшем совершенствовании отечественной классификации.

С учетом многолетней практики испытаний на пожарную опасность может быть отмечена уточненная взаимосвязь групп горючести с классами пожарной опасности строительных материалов Европейской классификации.

*Таблица 2. Взаимосвязь групп горючести и классов пожарной опасности
строительных материалов Европейской классификации*

Группа горючести строительных материалов по ГОСТ 30244-94	Класс пожарной опасности строительных материалов по стандарту EN 13501-1
НГ	A1
Г1	A2-B
Г2	B-C
Г3	C-D-E
Г4	E-F

При совершенствовании классификации СМ по пожарной опасности следует иметь в виду необходимость комплексного подхода, учитывающего все их пожароопасные свойства. Авторы настоящей статьи считают целесообразным вернуться к использованию классификации первоначальной редакции ФЗ, которая может быть дополнена показателем удельной теплоты сгорания. Традиционным показателем, являющимся основой классификации, рассматривается группа горючести СМ. Данный показатель предлагается определять в следующей последовательности: оценка горючести по методу ГОСТ Р 57270-2016 [13] и выбор наиболее горючих материалов с отнесением их в группу Г4, оценка способности материалов к тепловыделению по методу [6] и определение удельной теплоты сгорания, испытания материалов на горючесть (по методам I и II) ГОСТ 30244-94. В зависимости от полученных результатов НГ 1 и НГ 2, Г1-Г4, причем в группах НГ 1 и НГ 2 (негорючие материалы) могут быть выделены жаростойкие изделия [14].

Классификация твердых веществ и материалов по горючести представленная в ГОСТ 12.1.044-2018 претерпела некоторые изменения. В действующей редакции теперь отсутствует группа горючих материалов средней воспламеняемости. В соответствии с действующими требованиями горючие материалы подразделяются на трудновоспламеняемые и легковоспламеняемые. Данная классификация обоснована результатами многочисленных испытаний по указанному методу. Практическое значение такой классификации имеет для твердых веществ и материалов, применяющихся, например, в быту, транспорте.

Отдельно следует остановиться на твердых веществах и материалах, склонных к тлению. Метод определения температуры тления изложен в [5]. Однако, в указанном стандарте критерии классификации по температурам тления не представлены. В качестве такого критерия может быть предложено следующее условие: если для испытанного образца определено численное значение температуры тления, то такие материалы могут быть классифицированы, как склонные к тлению. В дальнейшем такой подход может быть использован в действующих нормативно-технических документах по пожарной безопасности.

Следует отметить, что разработка классификации, критериев классификации, как правило, базируется на принципах “реперных материалов” или обосновывается результатами многочисленных экспериментальных исследований (испытаний). Принятые в нашей стране классификации и соответствующие критерии за период действия в десятки лет показали свою жизнеспособность, работоспособность и эффективность. Совершенствование классификации предлагается продолжать дополняя и уточняя отдельные требования действующих нормативно-технических документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некоторые актуальные аспекты обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений/А.В. Зубань, В.В. Булгаков, А.В. Булгаков//Сборник под общ. ред. д.т.н., профессора, академика НАНПБ Н.В. Смирнова. – М.: ФГБУ ВНИИПО, 2024.– 315 с.
2. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».
3. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость».
4. ГОСТ Р 51032-97 «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени».
5. ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (с Поправкой, с Изменением № 1).
6. ГОСТ Р 56025 «Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания».
7. EN 13501 2007 «Fire classification of construction products and building elements. Part 1. Classification using data from reaction to fire tests».
8. ISO 1716 «Building materials - Determination of calorific potential».
9. ISO 1182 «Fire test –Building materials-Non-combustibility test».
10. ISO 11925-2 «Reaction to fire tests- Ignitability of building products, subjected to direct impingement of flame– Part 2. Single flame source test».
11. ISO 9239-1 «Reaction to fire tests – Horizontal surface spread of flame on floor-covering systems – Flame spread using a radiant heat ignition source».
12. EN 13823-1 «Reaction to fire tests for building products excluding floorings – exposed to thermal attack by a single burning item (SBI)».
13. ГОСТ Р 57270 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».
14. Н.В. Смирнов, А. В. Зубань, В. В. Булгаков, О. И. Молчадский. Некоторые актуальные аспекты огнезащиты строительных конструкций, материалов и изделий / Организационное и научно-техническое обеспечение в области пожарной безопасности: сборник научных трудов, посвященный 100-летию со дня рождения А.И. Яковлева. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024 г., стр. 80-88.

УДК 614.841.41

Н.В. Смирнов, О.В. Кривошапкина, Е.А. Поединцев, В.В. Булгаков

ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России»

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В настоящей статье рассмотрены результаты исследования самовоспламенения некоторых строительных материалов. Введено и описано понятие критической поверхностной плотности теплового потока самовоспламенения. Экспериментально определены значения температур самовоспламенения по методике ГОСТ 12.1.044-2018, критических поверхностных плотностей теплового потока самовоспламенения с использованием оборудования метода ГОСТ 30402-96. Представлены результаты исследования процесса самовоспламенения материалов методами термического анализа. Показана возможность прогнозирования температуры самовоспламенения твердых веществ и материалов с помощью методов термоанализа.

Ключевые слова: температура воспламенения, температура самовоспламенения, пожарная опасность.

N.V. Smirnov, O.V. Krivoshapkina, E.A. Poedintsev, V.V. Bylgakov

TO EVALUATION OF SELF-IGNITION OF SOLIDS AND MATERIALS

Abstracts: This article discusses the results of a study of self-ignition of some building materials. The concept of critical surface density of self-ignition heat flux is described. Values of self-ignition temperatures were experimentally determined according to the method of GOST 12.1.044-2018, critical surface densities of the self-ignition heat flux using the equipment of the method of GOST 30402-96. The results of the study of the process of self-ignition of materials by methods of thermal analysis are presented. The possibility of predicting the spontaneous ignition temperature of solids and materials using thermal analysis methods is shown.

Keywords: Ignition temperature, self-ignition temperature, facing materials.

Одним из важнейших направлений исследований пожарной опасности твердых веществ и материалов является экспериментальная оценка их воспламеняемости в различных условиях теплового воздействия, в том числе в реальных условиях пожара и эксплуатации в зданиях (сооружениях) различного функционального назначения. В работе [1] представлены результаты исследования по оценке температуры воспламенения твердых веществ и материалов. Однако, имеют место случаи, когда пожар может возникнуть в результате са-

мовоспламенения горючих твердых веществ (материалов). Процесс самовоспламенения строительных материалов возможен при тепловом воздействии пожара, например, на конструкции с внутренним слоем полимерной теплоизоляции, на деревянные элементы, находящиеся внутри конструкций стен, потолков, перегородок и др., на ветрогидрозащитные мембраны фасадных систем, на пароизоляцию. Кроме того, могут быть рассмотрены условия самовоспламенения других твердых веществ и материалов, изделий (в том числе вне зданий и сооружений). Так, например, в работе [2] исследованы низовые ландшафтные пожары, распространение которых начинается в результате самовоспламенения растительных горючих элементов (травы, камыша, кустарника, мха и др.). Таким образом, исследование процесса самовоспламенения твердых веществ и материалов является весьма актуальной научной задачей.

Способность твердых веществ и материалов самовоспламеняться при тепловом воздействии, как правило, характеризуется температурой самовоспламенения ($T_{\text{св}}$, град С), численные значения которой определяются экспериментально по методике, изложенной в ГОСТ 12.1.044-2018 [3]. С учетом терминов и определений, используемых в указанном стандарте, и результатов современных исследований процесса самовоспламенения твердых веществ и материалов может быть сформулировано понятие температуры самовоспламенения. Температура самовоспламенения – наименьшая температура среды, при которой при тепловом воздействии в условиях специальных испытаний без наличия источника зажигания возникает устойчивое пламенное горение образца материала (твердого вещества). Значения температуры самовоспламенения могут быть использованы при сравнительной оценке твердых веществ и материалов с целью выбора наименее пожароопасного, при разработке пожарно-профилактических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности различных объектов, при разработке и практическом применении нормативно-технических документов (стандарты организации, технические условия, паспорта и др.) на отдельные виды продукции, при оценке пожарной опасности промышленного оборудования и технологических процессов. Кроме того, температура самовоспламенения может рассматриваться как один из показателей качества некоторой продукции (например, полиэтиленовой пленки) и вноситься в соответствующую сопроводительную документацию, а также в комплексе исходных данных при математическом моделировании процесса развития пожара в помещении.

По мнению авторов, самовоспламенение твердых веществ и материалов может характеризоваться также новым энергетическим показателем – критической поверхностной плотностью теплового потока самовоспламенения ($q_{\text{кр}}^{\text{св}}$, кВт·м⁻²). Значения $q_{\text{кр}}^{\text{св}}$ предлагается определять по методике, изложенной в ГОСТ 30402-96 [4], при этом без использования газовой горелки, т.е. при тепловом воздействии только источника лучистого теплового потока.

Результаты экспериментального определения температуры самовоспламенения и критической поверхностной плотности теплового потока самовоспламенения представлены в таблице.

*Таблица. Результаты определения показателей
самовоспламенения материалов*

№ п/п	Материал	Т _{св} , град С	q _{кр} ^{св} , кВт·м ⁻²
1	Древесина сосны	410	30-35
2	Ветрогидрозащитная мембрана	390	35
3	Линолеум ПВХ	425	35
4	Теплоизоляционный материал (пенополистирол)	350	30

Как видно из таблицы, обычный пенополистирол и древесина сосны различной влажности в заданных условиях испытаний имеют меньшие значения температуры самовоспламенения и критической поверхностной плотности теплового потока самовоспламенения.

В работе [1] рассмотрены некоторые актуальные аспекты перспективных исследований воспламеняемости твердых веществ и материалов методами термического анализа, позволяющего варьировать условия экспериментов и приемы обработки полученных результатов. По аналогии с этими данными, могут быть выполнены исследования по оценке температур самовоспламенения с одновременным определением времени и температуры начала термического разложения, скорости терморазложения образца и ряда других физико-химических и идентификационных параметров. Методика термоаналитических экспериментов, используемое оборудование и результаты исследования подробно изложены в [5]. Так, например, значения температуры самовоспламенения древесины сосны и линолеума ПВХ, полученные методом термоанализа, находятся в пределах 400-430 град. С и 410-440 град. С, соответственно. Таким образом, показана возможность прогнозирования температуры самовоспламенения твердых веществ и материалов с помощью методов термического анализа с последующим использованием полученных данных при разработке мер защиты от перегрева и самовоспламенения изделий радиоэлектронной продукции и вычислительной техники, элементов технологического оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н. В. Смирнов, О. В. Кривошапкина, Е. А. Поединцев, В.В. Булгаков. К вопросу об оценке температуры воспламенения твердых веществ и материалов / Естественные науки пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований: сбор-

ник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной празднованию 60-летия Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Иваново, 26 февраля 2026 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2026. С 414 – 417. ISBN 978-5-907764-07-1.

2. Мальцев А. Н. Разработка способа защиты территорий от распространения низовых ландшафтных пожаров: дис. канд. техн. наук: 2.10.1. Иваново, 2022. 185 с.

3. ГОСТ 12.1.044-2018 «Система стандартов безопасности труда. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» (с Поправкой, с Изменением № 1).

4. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость».

5. Смирнов Н.В. Прогнозирование пожарной опасности материалов [Текст]: дис. докт. техн. наук 05.26.03 защищена 2002: утв.../ Смирнов Николай Васильевич. – М., 202-273 с.

УДК 004.896

Г.П. Соколов, А.В. Косарева

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЯХ

Аннотация: Данная статья посвящена рассмотрению технологий искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности. В статье подробно изучаются пожарные извещатели с искусственным интеллектом, которые могут использоваться для предотвращения возникновения и развития пожаров на различных объектах защиты.

Ключевые слова: пожарная безопасность, технологии искусственного интеллекта, пожарные извещатели.

G.P. Sokolov, A.V. Kosareva

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN FIRE DETECTORS

Abstracts: This article is devoted to the consideration of artificial intelligence technologies in the field of fire safety. The article examines in detail fire detectors with artificial intelligence, which can be used to prevent the occurrence and development of fires at various protection facilities.

Keywords: fire safety, artificial intelligence technologies, fire detectors.

В условиях растущей урбанизации, увеличения сложности технологических процессов на промышленных предприятиях и изменения климатических условий вопросы пожарной безопасности приобретают особую актуальность. Ежегодно пожары приводят к значительным материальным потерям и, что еще важнее, угрожают жизни и здоровью людей. Традиционные системы пожарной сигнализации, реагирующие на заданные пороговые значения температуры, дыма или концентрации газов, часто выдают ложные срабатывания или обнаруживают пожар слишком поздно. Это снижает их эффективность и может привести к критическим последствиям. Современные технологии искусственного интеллекта открывают новые возможности для повышения надежности и эффективности систем пожарной безопасности. Интеграция ИИ в эту область позволяет перейти от реактивного подхода к превентивному. Ключевые преимущества ИИ в этой области: возможность анализа больших объемов данных в режиме реального времени; самообучение и адаптация к специфическим условиям конкретного объекта; комплексный учет множества факторов вместо оценки отдельных параметров; снижение количества ложных срабатываний; автоматизация принятия решений и запуска защитных мер.

Пожарные извещатели, оснащенные технологиями ИИ, значительно превосходят традиционные устройства по функциональности и точности. Вот основные направления их применения и преимущества:

- Раннее обнаружение угроз. ИИ анализирует динамику изменений параметров среды (температуры, задымлённости, состава воздуха), а не только их предельные значения. Это позволяет выявить признаки возгорания на самых ранних стадиях — например, при тлении или искрении — когда обычные датчики ещё «не видят» угрозы.
- Снижение ложных срабатываний. Алгоритмы машинного обучения способны отличать реальные возгорания от безопасных ситуаций, например, пар, пыль или аэрозоли, кратковременные температурные скачки из-за работы оборудования.
- Комплексный анализ данных. Интеллектуальные извещатели могут взаимодействовать с другими системами и датчиками: камерами видеонаблюдения (с применением компьютерного зрения для распознавания дыма и пламени); тепловизорами; газоанализаторами; системами IoT и BMS (управления зданием).
- Адаптация к условиям объекта. Самообучающиеся алгоритмы со временем уточняют модели распознавания, учитывая специфику помещения (жилое здание, торговый центр, склад, производственный цех и т.д.) и режимы его эксплуатации.

- Автоматизация реагирования. При обнаружении угрозы извещатель с ИИ может: автоматически передать сигнал в систему пожаротушения; запустить оповещение с голосовыми инструкциями по эвакуации; отключить электропитание или вентиляцию для предотвращения распространения огня; отправить уведомление на смартфон пользователя или в диспетчерский центр.

- Прогнозирование рисков. На основе исторических данных и текущих показателей ИИ способен выявлять скрытые закономерности и оценивать вероятность возникновения пожара, например, из-за перегрева оборудования или нарушения технологических процессов.

- Интеграция с «умным домом» и инфраструктурой «умного города». Такие извещатели легко встраиваются в общую систему безопасности, взаимодействуя с другими устройствами и сервисами для комплексного управления рисками.

Таким образом, пожарные извещатели с искусственным интеллектом не просто выявляют пожар, а формируют целостную модель пожарной безопасности — от раннего предупреждения до автоматического реагирования. Это особенно важно для объектов с высокой плотностью населения, повышенными рисками и сложными условиями эксплуатации.

Данная статья посвящена рассмотрению технологий искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности. В ней приведены примеры применения «умных» пожарных извещателей, которые происходили на территории Российской Федерации, а также различные технологии искусственного интеллекта, направленные на предупреждение гибели и травмирования людей при пожарах за счёт своевременного обнаружения возгорания и оповещения о нём.

Одним из таких примеров, является возгорание сухой растительности в поселке Хасан 8 февраля 2025 года. Благодаря работе искусственного интеллекта, а именно системе «Лесохранитель», пожар был зафиксирован на ранней стадии. Оперативный отклик диспетчерской службы позволил быстро направить пожарные расчеты 21-го отряда противопожарной службы и группу «Авиалесоохраны» на место происшествия. Огонь распространялся в сторону побережья, но угрозы населенному пункту и государственной границе удалось избежать.



Еще один пример — результаты государственной программы по установке автономных дымовых извещателей с GSM-модулем в Новосибирской области. За пять лет в регионе было установлено около 48 000 датчиков, в том числе 19 000 с GSM-модулем, что помогло спасти 146 человеческих жизней, 87 из которых — детей. Только с начала 2022 года своевременное обнаружение и оповещение о пожаре с помощью АДПИ предотвратило гибель 16 детей и 6 взрослых. И это статистика случаев, связанных с непосредственным пожаром, когда требовалось реагирование пожарно-спасательных служб. Тысячи сообщений позволили предотвратить возникновение пожаров, например, при горении пищи, неправильной работе отопительной печи или нераскрытой сигарете — они спасли имущество и здоровье сибиряков. Работа по внедрению извещателей в домах многодетных семей, одиноких пенсионеров и инвалидов продолжается, во многих районах области уже достигнуто стопроцентное оснащение. Всё началось с предложения специалистов Главного управления МИД России по Новосибирской области: для стабилизации оперативной обстановки при пожарах и обеспечения дополнительной защиты граждан, особенно детей, был разработан проект по оснащению жилых помещений современными GSM-датчиками для граждан, которые не всегда могут помочь себе и своим близким. В первую очередь это пенсионеры, живущие в одиночестве и ведущие малоподвижный образ жизни, инвалиды, а также семьи с детьми, находящиеся в социально опасном положении.



В республике Башкирия подвели промежуточные итоги пилотного проекта по установке инновационных пожарных извещателей с GSM-модулем. За время его работы устройства сработали 77 раз и спасли жизни восьми человек. Один из последних случаев произошел 11 января 2026 года в Балтачевском районе — извещатель помог спасти мать и троих детей. Всего с начала года «умные» приборы уберегли от гибели жителей Благовещенского, Татышлинского и Балтачевского районов. Эффективность данных устройств подтверждается регулярно. Так, 6 февраля 2026 года в городе Октябрьском извещатель сработал в многоквартирном доме — своевременное оповещение позволило спасти 13 человек, включая пятерых детей. Устройства передают сигнал тревоги одновременно пяти адресатам — например, соседям или родственникам. Изначально приборы получали инвалиды первой группы и семьи с детьми-инвалидами. Практику Башкортостана высоко оценили на федеральном уровне. Проект признан Агентством стратегических инициатив победителем в номинации «Создание комфортных условий проживания» и рекомендован к внедрению в других регионах России.



Современные системы пожарной безопасности все чаще интегрируют технологии искусственного интеллекта для повышения точности и скорости реагирования. ИИ анализирует данные с датчиков (температуры, дыма, газоанализаторов), видеокамер, спутниковых снимков и даже аудиоустройств, выявляя аномалии, которые могут указывать на пожар. Алгоритмы машинного обучения, включая нейронные сети и глубокое обучение, обучаются на основе исторических данных, распознавая закономерности, такие как скачки температуры, электрические искры или изменения химического состава воздуха. Например, ИИ способен отличать дым от пара или пыли, минимизируя ложные срабатывания.

Умные датчики, оснащенные искусственным интеллектом, стали настоящим прорывом в области пожарной безопасности. В отличие от традиционных датчиков, устройства с ИИ могут отличать реальный пожар от ложных срабатываний, таких как пар или пыль. Это значительно снижает количество ложных срабатываний. Преимуществами таких датчиков станут: высокая точность обнаружения, снижение количества ложных срабатываний, а также связь с системами пожаротушения. Эти датчики немедленно обнаружат пожар, и подразделения пожарной охраны быстрее придут на место его возникновения.

Умные голосовые извещатели — это устройства, которые не только подают звуковой сигнал, но и дают голосовые инструкции по эвакуации. Их можно интегрировать с системами «умного дома» для автоматического отключения электроприборов. Существуют устройства, поддерживающие несколько языков и адаптированные к потребностям людей с ограниченными возможностями. Извещатели с голосовым оповещением смогут помочь персоналу учебных заведений во время эвакуации детей.

Зарубежные решения в области ИИ для пожарной безопасности:

NEC (Япония): в Токио ИИ-алгоритмы прогнозируют риск возгорания в зданиях на основе данных о состоянии электропроводки, влажности и активности людей.

Российские разработки в области ИИ для систем пожарной безопасности:

Отечественные компании активно внедряют ИИ, фокусируясь на адаптации технологий к суровым климатическим условиям и крупным промышленным объектам:

«Росэлектроника»: внедряет ИИ-модули в пожарные извещатели, способные работать при температуре от -50 °С.

Университет ИТМО: экспериментирует с ИИ-симуляторами эвакуации, которые учитывают панику, возраст и физические особенности людей. Такие модели уже тестируются в московском метро.

В данной статье, посвященной рассмотрению технологий искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности, были рассмотрены современные системы пожарной безопасности, направленные на спасение людей, предотвращение распространения пожара. Внедрение технологий искусственного интеллекта помогают предотвратить множество чрезвычайных ситуаций, что регулярно подтверждается в различных регионах нашей страны. Инвестиции в пожарную безопасность – это инвестиции в будущее и спокойствие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 19 сентября 2022 г. N 1654 "Об утверждении Правил проведения эвакуационных мероприятий при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

2. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

3. <https://www.bashinform.ru/news/social/2026-02-24/v-bashkirii-umnye-izveschateli-spasli-zhizni-8-chelovek-4590061>.

4. <https://54.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/intervyu/4847635>.

5. <https://trends.rbc.ru/trends/industry/69b2fb249a79473b48fb725e>.

УДК 614.841

В.А. Сони́на, А.Г. Бубнов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Аннотация: В работе проведена оценка основных характеристик современных пожарных извещателей для выработки научно обоснованных рекомендаций по выбору оптимальных систем противопожарной защиты для объектов различного функционального назначения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный извещатель, анализ, характеристика, объект.

V.A. Sonina, A.G. Bubnov

A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF MODERN FIRE DETECTORS

Abstracts: This paper evaluates the key characteristics of modern fire alarms to develop scientifically based recommendations for selecting optimal fire protection systems for facilities with various functional purposes.

Keywords: fire safety, fire alarm, analysis, characteristics, facility.

Обеспечение пожарной безопасности жилых и производственных объектов всегда остается приоритетной задачей, решение которой невозможно без надёжных систем раннего обнаружения возгораний [1, 2]. Однако современный рынок противопожарного оборудования характеризуется избыточным многообразием: потребителю предлагаются сотни моделей - от простейших автономных датчиков до сложных интеллектуальных комплексов. Поэтому тема работы актуальна, поскольку была продиктована в т.ч. необходимостью создания понятного навигатора для пользователя-потребителя, сталкивающегося с проблемой выбора наиболее дешевого и эффективного с его точки зрения.

Цель работы заключалась в оценке ключевых характеристик современных пожарных извещателей (времени отклика, чувствительности и функциональных возможностей) для выработки научно обоснованных рекомендаций по выбору оптимальных систем противопожарной защиты для объектов различного назначения - от жилых помещений до промышленных зданий.

Для проведения сравнительного анализа были выбраны следующие критерии [1]:

- инерционность (время срабатывания): критический показатель для эвакуации;
- температурный диапазон: возможность работы в неотапливаемых помещениях;
- тип детекции: дымовой, тепловой, комбинированный или газовый (по концентрации СО);
- интерфейсы связи: автономные, радиоканальные, Wi-Fi, GSM;
- экономическая эффективность: соотношение цены и срока службы;

На основе анализируемых данных была составлена сводная таблица характеристик. Анализ данных таблицы был проведён по основным критериям [2]:

1. Быстродействие и детекция

Абсолютным лидером является Ajax FireProtect (0,15 с). Это достигается за счёт комбинированного анализа факторов пожара. Второе место занимает Aqara (1 с). Большинство бюджетных и среднеценовых моделей имеют стандартную инерционность 5 - 6 с. Модель ALFA ALCO 01 уникальна наличием электрохимического сенсора на угарный газ (СО), что критически важно для жилых помещений с печным отоплением.

2. Автономность и эксплуатация

Наивысшие показатели автономности продемонстрировали Honeywell 2630В и Aqara (до 10 лет без замены батарей). В бюджетном сегменте выделяется «Сверчок», имеющий систему автоматической компенсации запыленности, что сокращает частоту обслуживания в 3 раза.

Каналы связи и мониторинг

– IoT-сегмент: Модели Redmond, Tuuya и Aqara позволяют получать push-уведомления на смартфон.

– GSM-решения: SD-120SA GSM незаменим на удаленных объектах без интернета, так как работает напрямую через сотовую сеть.

– Профессиональные системы: Ajax и Ритм используют защищенные радиопротоколы с большой дальностью (до 800 - 1000 м), что надёжнее бытового Wi-Fi.

– Живучесть в экстремальных условиях

3. Для неотапливаемых объектов (гаражи, склады в северных регионах) подходят только ИДТ-2 и RSD1 (Ритм), выдерживающие температуры до -30 °С. Линейный извещатель ИПДЛ является единственным целесообразным решением для ангаров и протяженных коридоров до 150 м.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

Таблица. Характеристики современных извещателей [3]

Ме сто	Модель	Тип сенсора	Время отклика, с	Диапазон рабочих температур, °С	Цена, руб./шт.	Ключевая особенность
1	Ajax FirePro- tect White	Дым + тепло	0,15	0...+65 (срабатывает при 58)	12000	Проф. защита, антисаботаж
2	Рубеж ИП 212-142	Оптич еский	6,0	-10...+55	650	Рекордная популярность (1600+ отзывов)
3	Aqara Smart Smoke Detec- tor JY-GZ- 03AQ	Оптич еский	1,0	0...+40	4400	Батарея на 10 лет, Apple HomeKit
4	Рубеж ИП 212-50M	Оптич еский	6,0	-10...+55	700	Группировка до 8 шт., громкость 120 дБ
5	Easy Tech Tuya Smart Life Digma	Оптич еский	5,0	-10...+55	1500	Удаленное управление уровнем реакции
6	Элемент ИП 212-189А «Сверчок»	Оптич еский	5,0	-10...+55	-700	Пылезащита, автокомпенсация
7	ALFA ALCO 01	Дым + СО	4,0	-10...+60	1 800	Детекция угарного газа (электрохимия)
8	Ритм RSD1 (ИП-212-05)	Оптич еский	5,0	-30...+55	3 300	Дальность радиоканала до 800 м
9	Полисервис ИПДЛ-Д-П/4Р	Линей ный (ИК)	5,0	-25...+55	7 200	Для складов и ангаров (луч до 150 м)
10	Специнфор- матика-СИ ИП 212/101- 18A3R1 (ИДТ-2)	Дым + тепло	5,0	-30...+70 (срабатывает при 64-76)	2 500	Диапазон температур от -30 до +70 °С

На основе проведённого сравнения можно сформулировать рекомендации по выбору, в т.ч. основанные на [4]:

1. Для современных квартир («Умный дом»): оптимальны Aqara или Redmond за счет быстрой настройки и интеграции с голосовыми помощниками.

2. Для бюджетного оснащения жилья по ГОСТ: рекомендуется Рубеж ИП 212-142 или «Сверчок» как наиболее проверенные и доступные решения.

3. Для частных домов с каминами/печами: обязательна установка ALFA ALCO 01 для защиты от угарного газа.

4. Для загородной недвижимости (дачи): лучшим выбором станет SD-120SA GSM благодаря независимости от Wi-Fi.

5. Для высокорисковых и коммерческих объектов: единственным профессиональным решением является Ajax FireProtect, сочетающий мгновенную реакцию и защиту от взлома.

По данным таблицы, можно также охарактеризовать каждую из 10 приведённых в ней моделей. Это может помочь пользователям понять, какой извещатель лучше выбрать под конкретные задачи и условия:

1. Ajax FireProtect White:

- условия: объекты с повышенными требованиями к безопасности, элитное жилье, офисы;
- лучший выбор для тех, кто не ограничен в бюджете и ищет профессиональную защиту. Благодаря рекордному времени отклика (0,15 с) и защите от саботажа, он идеален для систем, где важна каждая секунда.

2. Рубеж ИП 212-142:

- условия: типовые квартиры, небольшие частные дома, бюджетные учреждения;
- «народный» выбор - подходит для стандартных жилых комнат, где требуется надежное, проверенное временем и максимально дешевое решение без лишних функций.

3. Aqara Smart Smoke Detector JY-GZ-03AQ:

- условия: современные квартиры, интегрированные в экосистему Apple HomeKit или Xiaomi;
- идеален для тех, кто ценит эстетику и принцип «поставил и забыл» (батарея на 10 лет). Подходит для жилых зон с нормальной температурой (от 0 °C).

4. Рубеж ИП 212-50М:

- условия: многоквартирные квартиры, частные дома, общежития;
- оптимален для создания локальной сети безопасности (имеется возможность объединения до 8 штук в группу и очень громкая сирена (120 дБ) делают его лучшим решением для больших площадей, где сигнал должен быть услышан во всех комнатах).

5. Easy Tech Tuya Smart Life Digma:

- условия: квартиры и офисы, где важен удаленный контроль через смартфон;
- подходит для технологичных пользователей (ключевое преимущество - возможность удаленно настраивать уровень чувствительности, что полезно в помещениях, где возможны временные помехи (например, пар или пыль)).

6. Элемент ИП 212-189А «Сверчок»:

- условия: запыленные помещения, чердаки, мастерские, подсобки;
- благодаря системе пылезащиты и автокомпенсации запыленности, этот датчик прослужит дольше аналогов в «грязных» условиях, минимизируя количество ложных срабатываний.

7. ALFA ALCO 01:

- условия: помещения с каминами, печами, газовыми колонками или гаражи.
- незаменим там, где есть риск утечки оксида (II) углерода (CO) (комбинированный сенсор делает его гораздо эффективнее обычных дымовых датчиков в зонах с отопительным оборудованием).

8. Ритм RSD1 (ИП-212-05):

- условия: загородные участки с отдельно стоящими постройками (бани, гаражи, сараи), неотапливаемые склады;
- лучший вариант для работы на больших дистанциях (до 800 м от базы) и в суровых температурных условиях (до -30 °C).

9. Полисервис ИПДЛ-Д-II/4Р:

- условия: склады, ангары, торговые залы, производственные цеха с высокими потолками;
- профессиональное решение для огромных открытых пространств. Линейный тип (ИК-луч до 150 м) позволяет эффективно контролировать площади, где установка сотен точечных датчиков была бы невозможна или слишком дорога.

10. Специнформатика-СИ ИП 212/101-18А3R1 (ИДТ-2):

- условия: промышленные объекты, горячие цеха, неотапливаемые помещения в северных регионах;
- самый «выносливый» датчик в списке (широкий диапазон температур (от -30 до +70 °C) и комбинированный тип детекции позволяют использовать его в экстремальных условиях, где другие приборы выйдут из строя).

Подводя итоги, можно сделать следующий вывод: при выборе извещателя нужно ориентироваться не только на цену, но и на температурный режим (особенно для дач и складов) и тип сенсора. Для зон с риском задымления стоит выбирать оптические, а для зон, где возможен открытый огонь без дыма или угарный газ - комбинированные модели (дым + тепло или дым + CO).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка надежности работы системы извещения о пожаре / А. А. Ахмедова, Т. Г. Шевцова, Р. В. Котляров, А. Н. Кроль // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 79-86. – DOI 10.21603/2074-9414-2018-4-79-86. – EDN YWOFJR.
2. Современные аспекты проектирования, монтажа, технического обслуживания и ремонта систем передачи извещений о пожаре / А. А. Порошин, А. В. Смирнов, В. В. Королева [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2023. – № 4(102). – С. 68-78. – DOI 10.25257/TTS.2023.4.102.68-78. – EDN MEEQPE.
3. 10 Лучших пожарных извещателей <https://markakachestva.ru/rating-of/4116-luchshie-pozharnye-izveschateli.html>
4. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования. - М.: МЧС России, 2020.

УДК 614.841.34

О.Н. Сони́на, А.А. Липинская, Е.С. Голубева, В.А. Сони́на

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНЕРАТИВНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В СОЗДАНИИ ВИДЕОКОНТЕНТА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ТЕМАТИКИ

Аннотация: В статье рассматривается актуальность и перспективы использования современных генеративных моделей искусственного интеллекта (ИИ) для создания видеоконтента в сфере противопожарной пропаганды. Научная новизна исследования заключается в адаптации ИИ-технологий к специфическим задачам государственного пожарного надзора России, а также в разработке методических рекомендаций по созданию и верификации обучающих видеоматериалов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, генеративные видеомодели, противопожарная пропаганда, МЧС России, цифровая трансформация, безопасность жизнедеятельности.

A.A. Lazarev, O.N. Sonina, E.S. Golubeva

OPPORTUNITIES OF GENERATIVE NEURAL NETWORK MODELS IN CREATING FIRE-RELATED VIDEO CONTENT

Abstracts: The article discusses the relevance and prospects of using modern generative artificial intelligence (AI) models for creating video content in the field of fire prevention propaganda. The scientific novelty of the study lies in the adaptation of AI technologies to the specific tasks of the Russian State Fire Supervision, as well as in the development of methodological recommendations for creating and verifying training videos.

Keywords: artificial intelligence, generative video models, fire prevention propaganda, Russian Ministry of Emergency Situations, digital transformation, and life safety.

Проблема пожаров остается одной из острейших в современной России. Ежегодно в стране регистрируются десятки тысяч пожаров, уносящих жизни людей и наносящих многомиллиардный материальный ущерб. Традиционные методы противопожарной пропаганды – листовки, плакаты, лекции – постепенно теряют эффективность в работе с современной аудиторией, привыкшей к короткому и визуально насыщенному контенту. Именно здесь открывается окно возможностей для применения технологий искусственного интеллекта. Актуальность данного исследования обусловлена тремя фундаментальными факторами: **технологической зрелостью** инструментов ИИ для генерации видео, **острой социальной потребностью** в повышении эффективности противопожарной пропаганды, **практической значимостью** для деятельности органов государственного пожарного надзора МЧС России.

Последние два года ознаменовались прорывом в области генерации видео с помощью искусственного интеллекта. Если еще недавно создание качественного видеоролика требовало профессиональной съемочной группы, оборудования и длительного постпродакшна, то сегодня ситуация принципиально иная. Актуальность для органов ГПН МЧС России: требования противопожарного надзора диктуют необходимость доступной и эффективной коммуникации с населением и предприятиями, модификация контента под особенности объектов повышает качество профилактики и информирования на местах, ИИ-видео обеспечивает масштабируемость – можно создавать ролики для разных регионов с учётом местных условий и нормативных требований, такая технология способствует оперативному реагированию на изменяющиеся риски и новые нормативы в противопожарной сфере [1-5].

Несмотря на все преимущества, противопожарная пропаганда в ее классическом виде сталкивается с рядом системных ограничений: **высокая стоимость производства** видеоконтента, это проявляется в том, что создание одного обучающего ролика может занимать недели и требовать значительного бюджета. Еще одним немаловажным фактором является **сложность обновления материалов**. Инструкции и правила меняются, здания реконструируются, технологии раннего обнаружения, оповещения, эвакуации и тушения пожаров совершенствуются, но профилактические видео продолжают использовать устаревшие данные, что снижает доверие аудитории. Данная пропаганда **не может быстро адаптироваться под разные аудитории**. Одно и то же сообщение должно по-разному звучать для школьников, работников промышлен-

ных предприятий и посетителей торговых центров, но создание множества версий традиционными методами экономически нецелесообразно. Весомым является то, что молодая аудитория, проводящая значительное время в социальных сетях, практически не реагирует на официальные плакаты и инструкции, предпочитая короткий визуальный контент.

При анализе доступной литературы и открытых источников выявлено, что **отсутствуют систематические исследования**, посвященные применению именно генеративных видеомоделей в деятельности органов государственного пожарного надзора Российской Федерации. Существующие работы рассматривают либо общие вопросы применения ИИ в образовании, либо технические аспекты генерации видео без привязки к специфике противопожарной пропаганды. Научная новизна проведенного исследования заключается в:

1. **Адаптации существующих технологий** генерации видео к задачам и ограничениям, характерным для деятельности ГПН МЧС России (учет нормативных требований, работа с конфиденциальными данными, необходимость маркировки контента).

2. **Разработке методических рекомендаций** по формулированию промптов для создания достоверных сцен пожаротушения и профилактики.

3. **Создании классификатора сценариев** для автоматизированной генерации профилактического видеоконтента по различным тематикам (бытовые пожары, лесные пожары, пожары на производстве).

Исследование не может игнорировать потенциальные риски, связанные с применением технологий синтеза видео. Активное использование дипфейков мошенниками в 2024-2025 годах сформировало у населения настороженное отношение к синтезированным изображениям. Основной задачей при этом является правильная формулировка задания – создание промта.

Промт (от английского "prompt" – запрос, команда) представляет собой текстовую инструкцию или руководство, которое пользователь передает искусственному интеллекту (ИИ) для выполнения конкретной задачи. Иными словами, промт служит техническим заданием, позволяющим ИИ интерпретировать поставленную цель. Качество и точность полученного результата напрямую зависят от детализации и ясности формулировки промта. Чем точнее и полнее будет сформулировано, тем больше полученный результат будет соответствовать ожиданиям пользователя. Основные правила, которыми следует руководствоваться при составлении промта для создания противопожарного контента в социальных сетях с помощью ИИ:

1. Четкость, конкретика, структурированность. Чтобы облегчить для ИИ понимание задачи следует, разделяя промт на части, указать точную тему, целевую аудиторию (возраст, род занятий, прочие особенности) и стиль видео.

2. Использование конкретных примеров и референсов, если они есть. Это значительно приблизит результат к желаемому.

3. Указание ограничений и исключений, если они есть. Это позволит избежать нежелательных результатов.

5. Обозначение желаемой эмоциональной окраски видео.

6. Формулировка целевых действий, если они подразумеваются.

7. Включение в промт ключевых слов и хештегов.

Таким образом, тема исследования находится на пересечении актуальных трендов – цифровой трансформации государственного управления, развития технологий искусственного интеллекта и совершенствования системы безопасности жизнедеятельности населения. При грамотном применении технологии способны не только повысить уровень информированности населения, но и снизить количество жертв и ущерба от пожаров за счёт реалистичного и запоминающегося обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сони́на О.Н., Лаза́рев А.А. Использование языковых моделей искусственного интеллекта в решении задач пожарной профилактики // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII ВСЕРОССИЙСКОЙ научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 360-366. - EDN: JKEEBG

2. Лаза́рев А.А. [и др.] Проблемы модификации закадрового текста противопожарной пропаганды средствами искусственного интеллекта для создания видеороликов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 186-190. - EDN: СКХНДУ

3. Лаза́рев А.А. [и др.] Возможности искусственного интеллекта для профилактики пожаров среди представителей старшей возрастной группы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 197-202. - EDN: VVDWHA

4. Солодова Н.О. [и др.] Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 81-89. - EDN: FJFYWV.

5. Жалбу А.А. [и др.] Использование курсантами МЧС средств нейросети при модификации учебного видеоматериала по противопожарной пропаганде для школьников / Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 15-21. - EDN: IPKYPG

УДК 614.842

В.Н. Сопот, А.А. Трегубов, А.Е. Шкондин
НИИ ВСИ МТО ВС РФ

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ. КРАТКИЙ ОБЗОР

Аннотация: В статье приведен краткий обзор актуальных проблемных вопросов современных инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов и направлений их совершенствования.

Ключевые слова: пожарная безопасность, инженерные системы, автоматическая пожарная сигнализация, система оповещения и управления эвакуацией, противодымная защита, автоматическая установка пожаротушения.

V.N. Sopot, A.A. Tregubov, A.E. Schkondin

METHODS FOR MODERNIZING FIRE SAFETY ENGINEERING SYSTEMS OF FACILITIES: A BRIEF REVIEW

Abstracts: The article provides a brief overview of current problematic issues in modern fire safety engineering systems for facilities and directions for their improvement.

Keywords: fire safety, engineering systems, automatic fire alarm system, fire alarm and evacuation management system, smoke control system, automatic fire suppression system.

Инженерные системы обеспечения пожарной безопасности представляют собой комплекс технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, оповещения людей, управления эвакуацией, локализации и ликвидации очага возгорания, а также удаления продуктов горения.

Стремительное развитие технологий, изменение нормативно-правовой базы и появление новых видов объектов защиты обуславливают необходимость постоянного совершенствования инженерных систем пожарной безопасности. Целью настоящей статьи является краткий анализ ключевых проблем в данной области и актуальных направлений развития.

Системы пожарной сигнализации и автоматического обнаружения пожара

Назначение: Обнаружение начальной стадии пожара (задымление, повышение температуры, открытое пламя) в автоматическом режиме, формирование и передача сигнала на приемно-контрольный прибор для управления другими системами [1, 2].

Проблемные вопросы:

1. Ложные срабатывания. Остаются одной из главных проблем, приводящих к финансовым потерям, снижению доверия к системе и игнорированию тревог. Причины: электромагнитные помехи, некачественный монтаж и настройка, пыль, насекомые, пар.
2. Задержка обнаружения в специфичных условиях. В помещениях с высокими потолками (атриумы, склады), сильной воздушной циркуляцией или нестандартными архитектурными решениями традиционные извещатели могут срабатывать с критическим опозданием.
3. Сложность обслуживания и диагностики крупных распределенных систем. Определение конкретного места неисправности в шлейфе, контроль состояния каждого датчика в реальном времени требуют значительных затрат.
4. Зависимость от проводной инфраструктуры. Прокладка шлейфов в реконструируемых или исторических зданиях часто сложна и дорога.

Пути совершенствования:

1. Внедрение мультикритериальных и интеллектуальных (адресно-аналоговых) извещателей для анализа несколько параметров (дым, тепло, СО) по сложным алгоритмам, самотестирование и передача не просто сигнала «тревога», а и значения измеряемого параметра.
2. Использование аспирационных и видеодымных систем для раннего обнаружения в уникальных помещениях. Видеодымная аналитика (пожарные детекторы на основе камер) эффективна в больших объемах.
3. Развитие беспроводных СПС. Позволяет быстро развернуть систему, легко модифицировать ее, упрощает монтаж на сложных объектах. Актуально развитие стандартов с высокой помехоустойчивостью и энергоэффективностью.
4. Интеграция в системы «Умного здания», где каждый датчик становится сетевым устройством, а облачные платформы позволяют проводить удаленный мониторинг, предиктивную аналитику и централизованное управление множеством объектов.
5. Развитие нормативной базы под новые технологии.

Системы оповещения и управления эвакуацией людей

Назначение: Своевременное информирование людей о пожаре и управление их движением по безопасным путям эвакуации [3, 4].

Проблемные вопросы:

1. Неэффективность стандартного звукового оповещения. В шумных помещениях, для людей с нарушениями слуха или в состоянии сна тонированный сигнал может быть не распознан или проигнорирован.
2. Неадаптивность статических планов эвакуации. В динамично развивающейся ситуации задымления или блокировки путей стандартные световые указатели могут направлять людей в опасную зону.

3. Отсутствие обратной связи от эвакуирующихся. Диспетчер может не знать точно, остались ли люди в зоне, подлежащей, например, газовому тушению.

4. Возможна паника и неадекватное поведение людей при стандартном звуковом сигнале.

Пути совершенствования:

1. Приоритетное развитие речевого оповещения (СОУЭ 4-5 типа). Четкие, спокойные, заранее проработанные и ситуативные команды значительно эффективнее управляют эвакуацией и снижают панику (изменения в законодательстве планируются с 01.07.2026 г.).

2. Внедрение динамических систем навигации (адаптивное световое оповещение). Световые указатели, меняющие направление «бегущего огня» в реальном времени в зависимости от данных системы ПДЗ и датчиков задымленности на путях эвакуации.

3. Интеграция с системами мониторинга присутствия людей (например, на основе систем контроля доступа, видеокamer с аналитикой). Это позволяет оценить количество людей в зоне и подавать адресные речевые сообщения.

4. Разработка мобильных приложений для посетителей объектов, интегрированных с СОУЭ, передающих персонализированные маршруты эвакуации на смартфон.

Автоматические установки пожаротушения

Назначение: Локализация и ликвидация пожара в автоматическом режиме.

Проблемные вопросы:

1. Сопутствующий ущерб от огнетушащего вещества. Вода может привести в негодность оборудование и товары, порошок и газ требуют сложной процедуры восстановления работоспособности помещения, пена токсична.

2. Низкая эффективность традиционных спринклерных систем при тушении высокостеллажных складов (эффект «зонта»).

3. Высокая инерционность тепловых замков спринклеров.

4. Сложность и стоимость перезарядки и обслуживания газовых и порошковых модульных систем.

Пути совершенствования:

1. Широкое внедрение АУПТ тонкораспыленной водой. Резко снижается расход воды (до 90%), сопутствующий ущерб, обладает дымоотсасывающим эффектом и высокой эффективностью на складах.

2. Развитие систем пожаротушения с инертными газами и новыми синтетическими веществами, которые направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду и оптимизацию хранения огнетушащих веществ.

3. Использование систем раннего подавления пожара – спринклеров с особой чувствительностью и мощной дисперсией для защиты складов высотой до 12-15 м без необходимости установки стеллажных оросителей.

4. Создание «интеллектуальных» АУПТ, активирующихся по сигналу от мультисенсорных извещателей (например, обнаружение пламени и дыма) еще до срабатывания теплового замка оросителя.

5. Разработка модульных систем с легко заменяемыми и перезаряжаемыми картриджами.

Системы противодымной защиты

Назначение: Предотвращение распространения дыма по путям эвакуации, обеспечение условий для безопасной эвакуации и работы пожарных [4, 5].

Проблемные вопросы:

1. Неэффективность при открытых архитектурных пространствах. Классическая схема дымоудаления через верх часто не работает из-за расслоения дыма или нарушения герметичности.

2. Сложность и стоимость монтажа огнестойких воздуховодов.

3. Неправильное проектирование баланса систем дымоудаления и подпора, приводящее к чрезмерному разрежению или затруднению открывания дверей.

4. Нарушение работы систем из-за человеческого фактора. Блокировка или самовольное открытие дымовых люков, отключение вентиляторов.

Пути совершенствования:

1. Применение компьютерного моделирования движения дыма еще на стадии проектирования для сложных объемов позволит спрогнозировать поведение дыма и оптимально разместить дымоприемные устройства.

2. Использование систем управления на основе давления позволит в реальном времени измерять перепады давления на дверях и шлюзах и автоматически регулировать производительность вентиляторов подпора и дымоудаления для поддержания оптимальных значений.

3. Внедрение систем горизонтального дымоудаления через фасады зданий для помещений, не имеющих выхода на крышу.

4. Автоматический контроль состояния (открыто/закрыто) клапанов и люков с выводом информации на диспетчерский пункт.

Системы внутреннего противопожарного водопровода

Назначение: Обеспечение подачи воды для тушения пожара первичными средствами (пожарные краны) и подразделениями пожарной охраны [4, 6].

Проблемные вопросы:

1. Замерзание воды в неотапливаемых стояках на лестничных клетках или в холодных чердачных помещениях.

2. Коррозия и зарастание трубопроводов, приводящее к потере расхода и напора.

3. Недостаточный напор в высотных зданиях без правильно подобранных и надежных повысительных насосов.

4. Вандализм, хищение компонентов (пожарных рукавов, стволов).

Пути совершенствования:

1. Применение «сухих» стояков в неотапливаемых зонах с заполнением водой только при срабатывании сигнала от пожарного крана.

2. Использование труб из современных коррозионностойких материалов (например, с эпоксидным покрытием, нержавеющей стали).

3. Оснащение пожарных шкафов электронными средствами контроля (датчики открытия дверцы, снятия рукава) с интеграцией в систему АСКУЭ.

4. Внедрение систем постоянного автоматического контроля параметров ВПВ: датчики давления и расхода в ключевых точках, позволяющих дистанционно диагностировать состояние системы и прогнозировать отказы.

Системы электроснабжения противопожарных устройств

Назначение: Обеспечение бесперебойного питания систем ПБ [7, 8].

Проблемные вопросы:

1. Физическое и временное старение кабельных линий, приводящее к потере огнестойкости и проводимости.

2. Сложность и длительность проверки работоспособности систем резервного питания (дизель-генераторов, ИБП).

3. Электромагнитная совместимость: помехи от силового оборудования могут нарушать работу слаботочных систем ПБ.

4. Отсутствие централизованного мониторинга состояния всех источников питания.

Пути совершенствования:

1. Переход на кабели с повышенной огнестойкостью и безгалогенной изоляцией, не теряющих свойств со временем и безопасных для людей при пожаре.

2. Внедрение систем автоматического еженедельного тестирования ДГУ и ИБП с протоколированием результатов.

3. Применение разделенных трасс прокладки, экранирования и правильного заземления для обеспечения ЭМС.

4. Создание интегрированных систем мониторинга энергопотребления и состояния источников питания в рамках АСКУЭ.

Системы автоматического контроля и управления (АСКУЭ, АСУПЗ)

Назначение: Интеграция всех систем в единый комплекс для координации действий и мониторинга.

Проблемные вопросы:

1. Несовместимость оборудования и протоколов связи разных производителей («война стандартов»), что приводит к сложным и дорогим интеграционным решениям.

2. Киберуязвимость. Современные IP-ориентированные системы становятся мишенью для хакерских атак, которые могут парализовать безопасность всего объекта.

3. Перегруженность оператора информацией в момент тревоги, ведущая к ошибкам в принятии решений.

4. Высокая стоимость владения и модернизации проприетарных систем.

Пути совершенствования:

1. Развитие и внедрение открытых международных протоколов обмена данными для систем безопасности.

2. Обязательное внедрение кибербезопасности на всех уровнях: сегментация сетей, аппаратные межсетевые экраны, регулярное обновление ПО, сертификация по стандартам.

3. Использование технологий искусственного интеллекта и машинного обучения для фильтрации событий, анализа первопричин, выдачи оператору ранжированных рекомендаций по действиям, прогнозирования отказов.

4. Переход к облачным платформам для удаленного мониторинга группы объектов, что снижает затраты на инфраструктуру и обеспечивает централизованные экспертизы и обновления.

**Сводная таблица инженерных систем пожарной безопасности систем:
проблемы и перспективы их решения**

Система	Основная функция	Ключевые проблемные вопросы	Основные пути совершенствования
Пожарная сигнализация (СПС)	Обнаружение пожара	Ложные срабатывания, задержки в сложных условиях, сложность обслуживания.	Мультикритериальные извещатели, беспроводные технологии, видеодымная аналитика.
Оповещение (СОУЭ)	Информирование и эвакуация	Неэффективность звука, неадаптивность, паника.	Приоритет речевых систем, динамическая световая навигация, интеграция с системами присутствия.
Пожаротушение (АУПТ)	Локализация и тушение	Сопутствующий ущерб, инерционность, неэффективность на складах.	Тонкораспыленная вода, новые экологичные вещества, «интеллектуальный» запуск.
Противодымная защита (ПДЗ)	Удаление дыма, подпор воздуха	Неэффективность в атриумах, нарушение баланса, человеческий фактор.	Моделирование, системы контроля давления, горизонтальное дымоудаление, автоматический контроль.
Внутренний	Водоснаб-	Замерзание, коррозия,	«Сухие» стояки, кор-

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Система	Основная функция	Ключевые проблемные вопросы	Основные пути совершенствования
водопровод (ВПВ)	жение для тушения	вандализм.	розионностойкие материалы, электронный контроль шкафов, мониторинг параметров.
Электро-снабжение	Безотказное питание	Старение кабелей, сложность проверки, ЭМ-помехи.	Огнестойкие кабели, автоматическое тестирование ДГУ/ИБП, мониторинг состояния.
Автоматизация и управление	Интеграция и мониторинг	Несовместимость, кибератаки, перегруженность оператора.	Открытые протоколы, внедрение кибербезопасности, облачные платформы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 484.1311500.2023 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования».
2. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний».
3. СП 3.13130.2026 (с 01.07.2026 г.) «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности».
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ст. 84, 85, 86).
5. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» с изм. 2025 г.
6. СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».
7. СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности».
8. ПУЭ 7. Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий.

УДК 620.1

Б.Л. Спирин, С.В. Фролов, О.В. Токарева

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВИНТОВЫХ ПРУЖИН НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕР-КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ И ИХ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Аннотация: в статье рассматриваются винтовые пружины, изготовленные из полимер-керамических компаундов, как альтернатива традиционным металлическим пружинам. Подробно описан технологический процесс изготовления керамических пружин из полимерных прекурсоров. Приведены результаты испытаний.

Ключевые слова: винтовые пружины, конструкционная прочность, углеродистые стали, производство керамических пружин.

B.L. Spirin, S.V. Frolov, O.V. Tokareva

TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF SCREW SPRINGS BASED ON POLYMER-CERAMIC COMPOSITES AND THEIR MECHANICAL PROPERTIES

Abstracts: the article considers coil springs made of polymer-ceramic compounds as an alternative to traditional metal springs. The manufacturing process of ceramic springs from polymer precursors is described in detail. Test results are given.

Keywords: coil springs, structural strength, carbon steels, production of ceramic springs.

Пружина – упругий элемент машины или механизма, предназначенный для поглощения, накопления и отдачи механической энергии при деформировании. Пружины подразделяются на два класса: винтовые и специальные [1].

Винтовые пружины предназначены для аккумулирования обратимой энергии деформации при механическом нагружении. Учитывая значительный уровень испытываемых деформаций, такие изделия должны обладать высокой конструкционной прочностью. Несмотря на разнообразие используемых материалов, доминирующую роль в этой области по-прежнему занимают углеродистые стали. Тем не менее, наблюдается все большая потребность в материалах, способных функционировать в экстремальных условиях: при температурах свыше 500 °С, когда металлические пружины начинают терять свои упругие свойства. Металлы в значительной степени подвержены коррозии и воздействию агрессивных сред, к которым керамика более устойчива, что делает ее незаменимой для химической промышленности. Помимо этого плотность керамики в разы меньше плотности сталей, керамика обладает низкой элект-

тропроводностью и в большинстве случаев низкими магнитными свойствами. Все это обуславливает растущий интерес к технической керамике как к альтернативному материалу.

Однако у керамики есть и существенные недостатки по сравнению со сталями. Главный из них – хрупкость. Конструкционные стали гораздо лучше переносят ударные и вибрационные нагрузки. По способу производства металлические пружины гораздо дешевле и проще в изготовлении. Процесс производства полимер-керамических композитов сложен, требует точного температурного контроля и специализированного оборудования, что делает конечный продукт значительно дороже.

На сегодняшний день винтовые пружины изготавливаются из различных видов инженерной керамики, включая диоксид циркония, оксид алюминия и нитрид кремния. Традиционные технологические циклы предполагают формирование «сырой» заготовки с последующим термическим спеканием или горячим изостатическим прессованием, что необходимо для минимизации дефектов структуры. Анализ механического поведения показал, что эксплуатационная надежность и грузоподъемность керамических пружин крайне чувствительны к микроструктурным несовершенствам, причем именно дефекты поверхности играют определяющую роль в прочностных характеристиках.

В статье предпринята попытка анализа физико-механических характеристик винтовых пружин с разным диаметром витка, изготовленных методом термопластической навивки из прекерамического полимера (полиметилсесквиоксана $(\text{CH}_3\text{SiO}_{3/2})_n$) с добавлением специальных наполнителей.

Для подавления процесса образования поверхностных дефектов в матрицу полиметилсесквиоксана (ПМС) был введен реакционноспособный компонент FeSiCr. При высокотемпературном отжиге в азотной среде (1300 °C) данная система демонстрирует эффект «самозалечивания» поверхностных трещин. Кроме того, минимизация объемных изменений за счет компенсации усадки полимера расширением наполнителя в процессе пиролиза позволяет существенно снизить риск возникновения геометрических искажений готового изделия.

Полиметилсесквиоксан – это кремнийорганическое соединение, являющийся силиконовой смолой с разветвленной сетчатой структурой, в которой каждый атом кремния связан с одной метильной группой и 3-мя атомами кислорода, что образует жесткий 3D каркас. При нагреве органические компоненты выгорают, а силоксановые связи перестраиваются, благодаря чему полимер превращается в твердую неорганическую керамику.

Рассмотрим типовое производство керамических пружин из полимеров. Обычно в качестве прекурсора для экструзионного формования применяется порошкообразный полиметилсесквиоксан. Наличие в структуре полимера остаточных функциональных групп $-\text{Si}-\text{OH}$ и $-\text{Si}-\text{OC}_2\text{H}_5$ инициирует реакцию конденсационной сшивки при нагреве выше 150 °C, сопровождающуюся вы-

делением воды и спирта. Наполнение полимерной матрицы осуществляется дисперсными порошками в объеме 50 %: реакционноспособным компонентом FeSiCr (34 %) и инертной фазой Si₃N₄ (16 %).

Процесс синтеза композиции включает сухое смешивание компонентов при комнатной температуре. Полученная шихта подвергается переработке на экструдере при 140 °С для получения непрерывного волокна. Формование винтовых изделий осуществляется навивкой нитей круглого сечения на резбовую оправку с последующим отверждением в автоклаве (T=250 °С, P=1 МПа). Для предотвращения геометрических искажений в процессе обжига заготовки пружин помещаются в засыпку из порошка карбида кремния.

Термическая трансформация «полимер-керамика» проводится в проточном азоте при атмосферном давлении по двухстадийному регламенту. На первом этапе (950 °С, выдержка 2 ч) происходит практически полная деструкция органической составляющей ПМС с образованием аморфного керамического остатка системы Si–O–C (выход керамики > 80 %). Финальный отжиг осуществляется при температурах 1100, 1200 или 1300 °С в течение 1,5 ч, в зависимости от требований к получаемой пружине. В качестве образцов рассмотрены пружины со следующими характеристиками: угол подъема витка 7°, число витков от 5 до 80, диаметр пружины 5-17 мм (рис. 1).

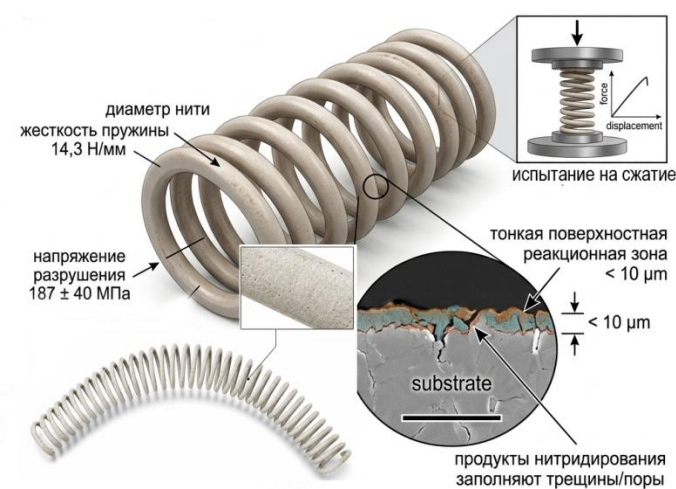


Рис. 1. Образец исследуемой пружины

После формования, а также по завершении каждой стадии термообработки при 950, 1100, 1200 и 1300 °С, определяются изменения геометрических и массовых характеристик экструдированных пружинных преформ: их длины, диаметра и массы. Твёрдость материала оценивается по методу Виккерса на полированных поперечных шлифах при нагрузке 5 кг с выдержкой 10 с. Модуль Юнга E определяется по скорости распространения продольных акустических волн. Исходя из предположения об изотропном характере упругой де-

формации, модуль сдвига G рассчитывается на основе модуля Юнга, принимая коэффициент Пуассона равным $\mu=0.23$ по формуле: $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$. В пределах упругой деформации поведение цилиндрической винтовой пружины может быть описано законом Гука, где величина смещения от исходного состояния прямо пропорциональна силе F : $F = -kx$.

Испытания на прочность при разрушении данного типа пружин в условиях одноосного сжатия проводится обычно с использованием того же метрологического комплекса, что и при оценке физико-механических характеристик материала.

В процессе сжатия винтовой пружины возникающая сила F приводит к появлению в витке крутящего момента, следовательно, в поперечном сечении витка появляются как нормальные, так и касательные напряжения. В случаях, когда индекс пружины велик $D/d + 1$, где D – диаметр самой пружины, а d – диаметр проволоки, вкладом поперечного сдвига можно пренебречь. В данной конфигурации значение максимального главного напряжения определяется величиной предельно допустимого касательного напряжения при кручении:

$$\sigma^* = \tau_{\max} \approx 8FD / \pi d^3$$

На основе полученных измерений для критической нагрузки принимаются индексы винтовых пружин: $D/d \approx 6,5 \div 7,5$.

Изменения длины, диаметра и массы экструдированных образцов, подвергнутых пиролизу при различных температурах в азотной атмосфере, приведены на рис. 2. Установлена анизотропия усадки: при реакционном пиролизе до 1300 °С. Уменьшение диаметра оказалось несколько более выраженным, чем сокращение длины, и составило соответственно 8,5 % против 7,9 %. Так, диаметр нити и внешний диаметр пружины уменьшились на 8,4 %, тогда как высота пружины сократилась примерно на 4,9 %. Эти величины существенно ниже, чем у незаполненных полимер-обусловленных керамик, для которых заметное уплотнение в ходе перехода «полимер – керамика» может сопровождаться линейной усадкой, превышающей 30 %.

При температурах выше 950 °С взаимодействие наполнителя FeSiCr с азотной атмосферой приводит к формированию оксинитридного реакционного слоя состава Si_2N_2O , что сопровождается приростом массы.

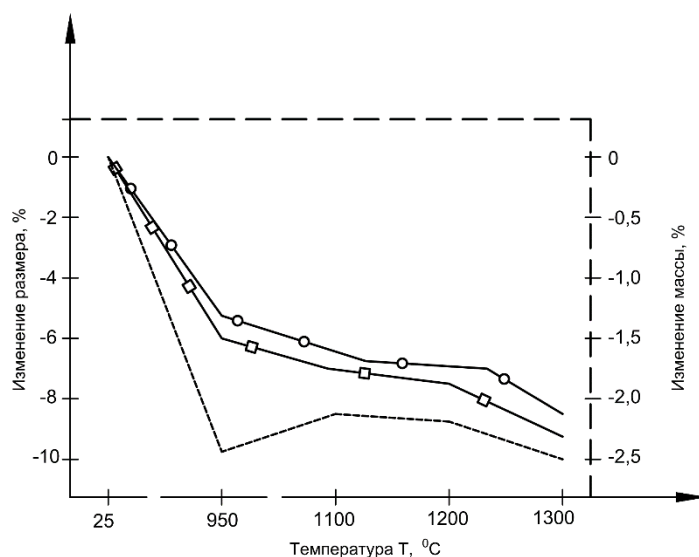


Рис. 2. Изменение параметров экструдированных образцов при различных температурах в азотной атмосфере

Ширина зоны реакции демонстрирует выраженную температурную зависимость, увеличиваясь от значений менее 1 мкм при $T_{\text{pyr}} \approx 1100^{\circ}\text{C}$ до приблизительно 5 мкм при $T_{\text{pyr}} \approx 1300^{\circ}\text{C}$. Ввиду ограниченного содержания углерода в ПМС (менее 15 %) процессы взаимодействия наполнителя FeSiCr с азотом и атмосферным углеродом протекают наиболее интенсивно в приповерхностных слоях, характеризующихся высокой концентрацией азота.

Высокая доля кислорода в исходном полимере ($> 23\%$) способствует образованию оксинитрида кремния в ходе азотирования Si–O–C керамического остатка; предполагается, что этот процесс катализируется интерметаллидной фазой наполнителя (FeSiCr).

На рис. 3 отражена динамика модуля Юнга и предела прочности при изгибе, определенных на образцах круглого сечения диаметром 5 мм, полученных методом экструзии. Реализация процесса непрерывного формования способствует формированию гомогенной микроструктуры и минимизации шероховатости поверхности. Подобное структурное совершенство предопределяет высокую воспроизводимость механических характеристик, что выразилось в значении модуля Вейбулла $m=13$ для образцов, прошедших термообработку при 1300°C .

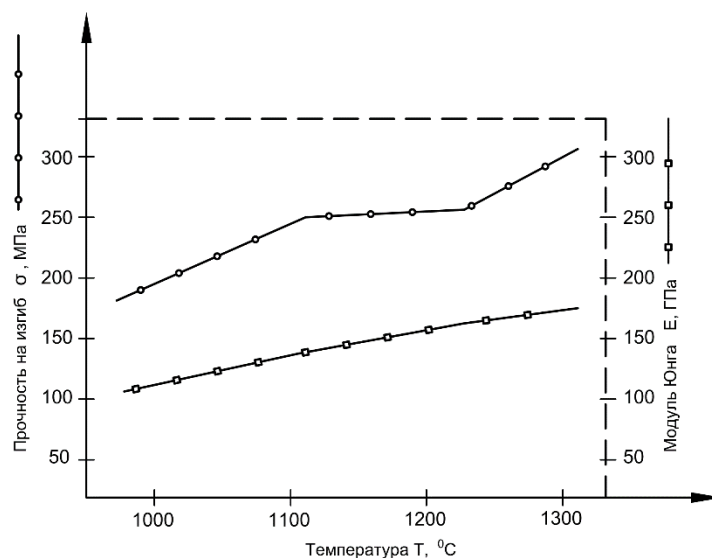


Рис. 3. График динамики модуля Юнга и предела прочности при изгибе

С повышением температуры пиролиза наблюдается одновременный рост, как модуля упругости, так и прочности при разрушении, что обусловлено снижением пористости вследствие реакций между полимерной матрицей и наполнителем, а также за счёт процессов спекания. На основании экспериментально определённого значения модуля Юнга $E=190$ ГПа для материала, подвергнутого пиролизу при $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$, был рассчитан модуль сдвига $G=78$ ГПа.

Следует, однако, подчеркнуть, что значения прочности при изгибе, полученные для образцов круглого сечения, не могут быть непосредственно сопоставлены с данными для стандартных прямоугольных образцов. При одинаковой площади поперечного сечения соотношение изгибных прочностей для квадратных и круглых стержней, выведенное из механики изгиба балок, составляет:

$$\frac{\sigma_{\text{прямоуг}}}{\sigma_{\text{круг}}} \approx 0,85 \text{ (если принять } \sigma_{\text{прямоуг}} = 270 \text{ МПа, } \sigma_{\text{круг}} = 314 \text{ МПа)}$$

Прочностные характеристики на уровне 298 ± 30 МПа, зафиксированные для материала в состоянии после пиролиза, представляют собой весьма высокие значения для объёмного волокнистого тела, не подвергавшегося поверхностной механической обработке и полировке. Такой повышенный уровень прочности, по-видимому, главным образом связан с формированием плотной упрочнённой поверхностной реакционной зоны, в которой поры и микродефекты могут эффективно заполняться, то есть «залечиваться», продуктами нитрирования, по механизму, сопоставимому с поведением образцов, наполненных SiC.

Таким образом, термопластическое поведение полимерных композитных масс, наполненных дисперсной фазой, делает методы полимерного формования особенно перспективными для изготовления керамических винтовых пружин. Формирование многофазной реакционно-композитной микроструктуры в сочетании с плотной поверхностной реакционной зоной обеспечивает повышение механических характеристик полимер-производных керамических пружин даже без дополнительной механической обработки поверхности. Иными словами, такие пружины, по-видимому, выигрывают за счёт способности поверхностного слоя к «залечиванию» дефектов.

Поскольку площадь поверхности, испытывающей рабочие напряжения, возрастает с увеличением числа витков, уменьшение их количества оказывается предпочтительным с точки зрения повышения несущей способности. Следовательно, дальнейшее развитие полимер-производных керамических винтовых пружин с улучшенной нагрузочной стойкостью должно быть связано прежде всего с целенаправленной оптимизацией поверхностной микроструктуры, что позволит повысить как прочность материала, так и модуль Вейбулла у пружин, сформированных термопластическим способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дементьев В. Б. Высокотемпературная термомеханическая обработка в технологии производства винтовых пружин / В. Б. Дементьев, Т. В. Ломаева, С. Д. Соловьев ; Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова. – Ижевск : Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2022. – 208 с.
2. Meshalkin V. P. Methods used for the compaction and molding of ceramic matrix composites reinforced with carbon nanotubes / V. P. Meshalkin, A. V. Belyakov // Processes. – 2020. – Vol. 8, No. 8. – P. 1004.

УДК 614.84

О.В. Стрельцов, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова, А.А. Кондашов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОСНАБЖЕНИЮ ПРИ РАСЧЕТЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Аннотация: Представлен подход к определению технической оснащённости основными пожарными автомобилями территориальных подразделений пожарной охраны,

с учетом требований к системе противопожарного водоснабжения для обеспечения необходимого расхода воды на наружное пожаротушение в районе выезда.

Ключевые слова: пожарная охрана, расход воды, одновременные пожары, пожарный автомобиль, район выезда

O.V. Streltsov, E.V. Bobrinev, E.Yu. Udavtsova, A.A. Kondashov

REQUIREMENTS FOR FIRE-RESISTANT WATER SUPPLY IN CALCULATING TECHNICAL EQUIPMENT OF TERRITORIAL FIRE-RESISTANT UNITS

Abstracts: The article discusses the procedure for calculating the number of general-purpose fire trucks required to staff a territorial fire departments, taking into account the requirements for fire water supply systems to ensure the necessary water flow for external firefighting in the area of the territorial fire department.

Keywords: fire department, water consumption, simultaneous fires, fire truck, fire station area

В рамках работы по совершенствованию «Методики расчета численности и технической оснащённости подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в населённых пунктах», утверждённой приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700, разработан подход к определению необходимого количества основных пожарных автомобилей (далее – ОПА) в составе территориального подразделения пожарной охраны (далее – ТППО) [1].

В основе предложенного подхода лежит учет требуемого расхода воды на наружное пожаротушение в районе выезда ТППО в зависимости от численности населения, проживающего на территории района выезда.

Учитывая, что вода является огнетушащим веществом, при тушении пожаров и на учениях по используется большой объем воды. Ранее вопросы водопользования, отходов и их утилизации в пожарной охране не обсуждались в рамках экологической повестки дня; однако по данным ООН, треть населения мира сталкивается с нехваткой воды из-за нерационального использования водных ресурсов и увеличения водопотребления, главным образом для орошения в сельском хозяйстве. Дефицит воды нарастает быстрее, чем ожидалось. Поэтому повторное использование может оказаться логичным и последовательным решением, соответствующим экологическим принципам. Повторное использование воды уже широко применяется в промышленности, главным образом в градирнях, котлах, гражданском строительстве, орошении зеленых зон, а также в некоторых промышленных процессах, где использование воды с более низкими стандартами качества не вызывает серьезных проблем. Поэтому повторное использование воды для противопожарных целей следует рассматривать как первоочередной и оптимальный вариант. С эколо-

гической точки зрения, повторное использование воды является разумным вариантом, поскольку способствует сокращению потребления воды и, следовательно, снижению объемов сброса сточных вод. Повторное использование воды в пожаротушения — это креативное и простое технологическое решение, поскольку оно сокращает объемы утилизации использованной воды и не требует использования воды из природных источников, охраняемых природоохранным законодательством [2].

Расход жидкости в системе пожаротушения определяется его количеством, выпускаемым на единицу оборудования в заданные сроки. Поэтому чрезвычайно важно оценить реальный потенциал противопожарных ресурсов, используемых при пожаротушении, чтобы предотвратить их истощение до полного тушения пожара.

Было проведено исследование, позволившее определить фактический расход воды на наружное пожаротушение для объектов различных классов функциональной пожарной опасности [3]. Также учитывается возможность возникновения одновременных пожаров в районе выезда ТППО [4]. В таблице приведен расход воды, позволяющий обеспечить потребность на наружное пожаротушения для 95 % пожаров.

Таблица. Исходные данные для расчета количества ОПА для ТППО

Число жителей в районе выезда подразделения пожарной охраны, тыс. чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на наружное пожаротушение на 1 пожар
Не более 1	1	10
Более 1, но не более 5	1	10
Более 5, но не более 10	1	15
Более 10, но не более 25	2	15
Более 25, но не более 50	2	25
Более 50, но не более 100	2	35
Более 100, но не более 200	3	40
Более 200, но не более 300	3	55
Более 300, но не более 400	3	70

Для расчета требуемого расхода воды на наружное пожаротушение в районе выезда ТППО ($Q_{тр}$, л/с) используется формула

$$Q_{тр} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot N_{одн} \cdot Q_{расх}, \quad (1)$$

где $N_{одн}$ – количество одновременных пожаров, ед., $Q_{расх}$ – расход воды на наружное пожаротушение на один пожар (определяется по табл. 1), л/с, k_1 , k_2 , k_3 – поправочные коэффициенты.

Коэффициент k_1 учитывает размещение в районе выезда ТППО организаций, при работе которых используются вещества и материалы, относящиеся к взрывопожароопасным или пожароопасным. Значение коэффициента k_1 зависит от количества таких организаций $N_{орг}$:

- если количество организации $N_{орг} < 5$, то $k_1=1$;
- если $5 \leq N_{орг} < 9$, то $k_1=1,3$;
- если количество организаций $N_{орг} \geq 9$, то $k_1=1,6$.

Значение коэффициента k_2 зависит от того, если в районе выезда ТППО есть безводные участки:

- если в районе выезда нет таких участков, $k_2=1$;
- если в районе выезда присутствуют такие участки, $k_2=1,5$.

Коэффициент k_3 учитывает размещение в районе выезда ТППО зданий и сооружений, имеющих V степень огнестойкости. При возникновении пожара на таких объектах, горение может перекинуться на соседние здания и сооружения. Значение коэффициента зависит от доли таких зданий и сооружений в районе выезда ТППО $P_{зд}$:

- если доля таких объектов $P_{зд} < 10\%$, то $k_3=1$;
- если доля таких объектов $P_{зд} \geq 10\%$, то $k_3=1,5$.

Расчетное количество ОПА ($N_{ПА}$, ед.), необходимых для укомплектования ТППО, с учетом оперативно-тактических характеристик района выезда ТППО определяется по формуле:

$$N_{ПА} = \left[\frac{Q_{мп}}{k_{из} \cdot q_{np}} \right], \quad (2)$$

где q_{np} – производительность пожарного насоса, установленного на пожарном автомобиле, л/с, $k_{из}$ – коэффициент учета износа пожарного насоса, принимается равным 0,8. Для пожарных автомобилей, эксплуатируемых более 10 лет, принимается равным 0,5. Квадратные скобки [...] обозначают математическую операцию округления до ближайшего целого. При этом, если $N_{ПА}$, вычисленное по формуле (2), оказывается меньше двух, количество основных пожарных автомобилей принимается равным двум.

Предложенный подход к определению необходимого количества основных пожарных автомобилей для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны с учетом требований к системе противопожарного водоснабжения направлен на повышение эффективности действий пожарной охраны при тушении пожаров на территории населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод определения состава сил и средств территориальных подразделений пожарной охраны / А.А. Порошин, А.А. Кондашов, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова // Технологии техносферной безопасности. – 2024. – № 3(105). – С. 8-25. DOI 10.25257/TTS.2024.3.105.8-25.
2. Neto, S.J. Water reuse and its importance for firefighting training of offshore workers / S.J. Neto, F. Mainier, M. Cruz Moreira // Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. 2014. – V. 8. – P. 47-56. DOI 10.19180/2177-4560.v8n214-04.
3. Анализ расхода воды при тушении пожаров на объектах разных классов функциональной пожарной опасности / А.А. Кондашов, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова, С.И. Рюмина // Безопасность техногенных и природных систем. – 2023. – Том 7, № 4. – С. 30-39. DOI 10.23947/2541-9129-2023-7-4-30-39.
4. Оценка количества одновременных пожаров в населённых пунктах по сезонам года / А.А. Порошин, А.А. Кондашов, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 3(97). – С. 25-36. DOI 10.25257/TTS.2022.3.97.25-36.

УДК 656

Д.Р. Струнов, В.В. Пицык, О.В. Хонгорова

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация: В работе представлены математическая модель и алгоритм, предназначенные для оптимизации процесса эвакуации населения из района чрезвычайных ситуаций с использованием транспорта различной вместимости и скорости. Полученные результаты позволяют автоматически рассчитывать количество необходимых рейсов, общее время эвакуации и пройденную дистанцию для каждого маршрута, с учётом расположения района чрезвычайных ситуаций, расстояния до места эвакуации и количества баз размещения техники. Предложенный алгоритм может быть использован для обоснования оптимальных решений при планировании эвакуационных мероприятий в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: эвакуация, математическое моделирование, маршруты транспорта, оптимизация, алгоритм расчёта, чрезвычайные ситуации.

D.R. Strunov, V.V. Pitsyk, O.V. Khongorova

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM FOR VEHICLE DISTRIBUTION DURING THE EVACUATION OF CASUALTIES IN EMERGENCY SITUATIONS

Abstracts: The study presents a mathematical model and an algorithm designed to optimize the evacuation of population from an emergency area using transport vehicles of various capacities and speeds. The obtained results make it possible to automatically calculate the required number of trips, the total evacuation time, and the distance traveled for each route, taking into account the location of the emergency site, the distance to the evacuation zone, and the number of available transport bases. The proposed algorithm can be used to substantiate optimal decisions when planning evacuation measures during emergency situations.

Keywords: evacuation, mathematical modeling, transport routing, optimization, calculation algorithm, emergency situations.

В последние годы чрезвычайные ситуации остаются одним из ключевых факторов риска для населения и критически важных объектов. По данным международной базы EM-DAT, в 2024 году отмечалась высокая частота природных катастроф, значительная часть которых пришлась на регионы Евразии, включая Россию и Казахстан. Весенние паводки 2024 года привели к массовой эвакуации населения и тысячам подтопленных домов, а в 2025 году в ряде российских регионов вводились режимы ЧС из-за паводков и крупных лесных пожаров. На этом фоне продолжают происходить и техногенные инциденты, как, например, авария на шахте «Жомарт» в Казахстане, унесшая жизни нескольких горняков.

В условиях риска решающим фактором реагирования становится быстрая и организованная эвакуация пострадавших. Исследования показывают, что задержка транспортировки даже на десятки минут повышает риск тяжёлых последствий. Тем не менее, распределение транспортных средств, построение маршрутов и выбор очередности вывоза людей во многих случаях по-прежнему выполняются вручную, что ведёт к перегрузке отдельных единиц техники, нерациональному использованию ресурсов и увеличению времени эвакуации.

Отсутствие эффективных средств моделирования эвакуации ограничивает возможности принятия решений оперативными службами при дефиците времени. Поэтому актуальной задачей является разработка математических моделей и программных инструментов, позволяющих автоматизировать процессы оценки временных затрат на эвакуацию, с учётом различной вместимости и скорости транспорта, расстояний, многократных рейсов и расположения мест эвакуации

В работе предлагается модель и реализованный алгоритм на языке Python для моделирования процесса эвакуации пострадавших с использованием различного вида транспорта. Цель исследования – автоматизировать процесс эвакуации пострадавших в различных условиях возникновения чрезвычайных ситуаций. Достижение поставленной цели предполагается осуществить с применением разработанной математической модели и программного комплекса для расчёта времени и пройденной дистанции, а также анализа эффективности различных схем эвакуации в условиях ЧС.

Рассмотрим математическую составляющую программной реализации модели, которая изображена двумя последовательно выполняемыми этапами (блоками модели). На первом этапе формируются матрицы временных затрат, дистанций и числа рейсов для всех путей от базы транспорта до мест с пострадавшими. Для каждой точки сначала формируется маршрут от выбранной базы до точки по графу дорожной сети. После чего вычисляется длина плеча маршрута r как суммарная длина его сегментов. Если маршрут представлен последовательностью рёбер сети с длинами l_k , то длина плеча маршрута определяется по формуле:

$$r = \sum_{k=1}^m l_k$$

Для каждой точки известно число пострадавших **Ч**, и для каждого вида техники – их вместимость **В**. Необходимое количество рейсов **Р** определяется с учётом того, что перевезти нужно всех, поэтому используется округление вверх

$$P = \frac{\text{Ч}}{\text{В}}$$

Каждый рейс предполагает движение от базы к точке и обратно, поэтому в расчёт времени входит удвоенное расстояние. При заданной скорости транспорта c (км/ч) время одного полного рейса записывается так:

$$t_{\text{рейс}} = \frac{2r}{c}.$$

И тогда суммарное время работы конкретного транспортного средства на данной точке равно произведению числа рейсов на время одного рейса:

$$T_{\text{общ}} = P \cdot t_{\text{рейс}}.$$

А общий путь, который пройдёт машина при обслуживании этой точки, определяется выражением:

$$L_{\text{общ}} = 2r \cdot P.$$

На втором этапе выполняется распределение точек между конкретными единицами техники, с учётом того, что транспорт постепенно «обретаёт» занятость, и простого выбора по минимальному времени для одной точки недостаточно. К этому моменту для каждой точки и каждой машины рассчитано время обслуживания $T(p, k)$, где p – рассматриваемая точка ЧС, k – конкретная машина, O – множество всех доступных машин.

Сначала задаётся порядок рассмотрения точек. Для этого вводится показатель трудоёмкости точки как минимально возможное время её обслуживания среди всех доступных машин:

$$T_{\min}(p) = k \in O \min T(p, k).$$

Запись $k \in O$ используется для указания, что рассматриваемая машина k выбирается из множества O .

После вычисления $T_{\min}(p)$ точки сортируются по убыванию этого значения. Вначале рассматриваются те, которые по времени наиболее тяжёлые даже при выборе оптимальной машины. Такой порядок уменьшает риск того, что сложные точки останутся в конце и стремительно увеличат общий срок завершения эвакуации.

Далее фиксируется текущая занятость каждой машины. Для этого вводится величина $Z(k)$, которая показывает, сколько времени уже запланировано на машину k . В начале распределения все машины считаются свободными, $Z(k)=0$.

Затем точки рассматриваются последовательно в выбранном порядке. Для очередной точки p необходимо оценить, как изменится момент завершения работ для каждой машины, если назначить ей эту точку. Чтобы описывать это однозначно, вводится прогноз завершения $\Phi(p, k)$:

$$\Phi(p, k) = Z(k) + T(p, k).$$

Здесь $\Phi(p, k)$ интерпретируется как время, к которому машина k завершит обслуживание точки p с учётом уже накопленной занятости $Z(k)$. После расчёта $\Phi(p, k)$ по всем машинам выбирается та, для которой прогноз завершения минимален. Удобно фиксировать напрямую через условие минимума:

$$\Phi(p, k) = k \in O \min \Phi(p, k).$$

То есть точка назначается машине, которая заканчивает обслуживание раньше остальных с учётом текущей загрузки.

Далее занятость выбранной машины должна быть обновлена так, чтобы отражать выполненное назначение. После обновления алгоритм переходит к следующей точке, а величины $Z(k)$ постепенно формируют реальную картину загрузки техники по времени.

В качестве итогового показателя берётся время завершения всей операции. Поскольку процесс заканчивается по последней машине, которая завершит работу, итог оценивается как максимум по занятости:

$$T_{\text{зав}} = \max_{k \in O} Z(k).$$

Таким образом, второй этап фактически сводится к последовательному назначению точек машинам с контролем их текущей загрузки, а результат оценивается по времени завершения работ наиболее загруженной единицей техники.

Полученная математическая схема и описанный алгоритм распределения техники позволяют не только выполнить расчёт, но и выделить те особенности, которые отличают разработку от уже используемых подходов. Поэтому далее целесообразно отдельно обозначить положения, определяющие научную новизну предложенной модели.

Предложенная модель обладает рядом дополнительных особенностей, которые расширяют возможности планирования эвакуационных процессов. А именно:

1. Впервые автоматизирован процесс оптимизации выбора транспортных средств из нескольких доступных баз, с учётом их расположения и грузоподъёмности. Это обеспечивает реалистичное представление распределения техники в условиях реальной ЧС.

2. В модели учитывается возможность рационального выбора маршрутов эвакуации в зависимости от допустимой загрузки транспортного средства и необходимого числа объектов эвакуации. Что позволяет оценивать не только единичные перемещения, но и полный цикл работы транспорта.

3. Отдельной особенностью модели является комплексный расчёт всех возможных сочетаний «точка к транспорту», что даёт возможность оценивать временные и ресурсные затраты, находить наилучшую схему действий и проводить сравнение ее вариантов без дополнительных повторений пройденных маршрутов.

Таким образом, в развитие традиционной транспортной задачи линейного программирования, в работе учитываются вышеперечисленные ограничения, что дает основание судить о новизне и существенных отличиях предложенной модели.

Поскольку предложенная модель ориентирована не только на теоретическое описание, но и на практическое применение в условиях реальной ЧС, следующим шагом является её программная реализация в геоинформационной среде.

Полученные в ходе вычислительного цикла данные имеют не расчётное и прикладное значение, поскольку позволяют перейти от демонстрации работы программного модуля к оценке его практической полезности при планировании эвакуационных мероприятий.

Полученный результат выполненной работы позволяет оценивать продолжительность вывоза пострадавших при различных параметрах, включая количество людей, характеристики транспорта и расположение баз техники.

И тем самым обоснованно распределять ресурсы при планировании действий подразделений МЧС. Его можно рассматривать как инструмент для автоматизации расчетов автотранспорта между несколькими базами, определения потребности в дополнительных силах и уточнения временных рамок эвакуации.

Дальнейшее развитие полученных результатов направлено на обобщение их в условиях эвакуации на пересеченной местности, расширение дорожной сети и ее пропускной способности эвакуации и расстояний. Дополнительные возможности открывает взаимодействие модели с беспилотными системами мониторинга, а также её последующее включение в автоматизированные системы управления МЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ватюкова О.Ю. Модели и алгоритмы эффективной эвакуации населения речных долин и пойм при наводнении / О.Ю. Ватюкова, А.А. Воронин, А.А. Васильченко // Математическая физика и компьютерное моделирование. 2025. Т. 28, №1. С. 40–59.
2. Вилисов В.Я. Модели, методы и алгоритмы информационно-аналитической поддержки принятия решений по распределению сил и средств при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций. — 33–45 с.
3. Кирик Е.С., Дектерев А.А., Литвинцев К.Ю., Харламов Е.Б., Малышев А.В. Математическое моделирование эвакуации при пожаре // Математическое моделирование. 2014. Т. 26, №1. С. 3–16.
4. Парфёненко А.П. Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // Пожаровзрывобезопасность. 2014. №12. С. 37–46.
5. Коткова Е.А., Матвеев А.В. Методика интеллектуального прогнозирования эффективности управления эвакуацией людей из общественных зданий // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2021. С. 107–120.
6. Жуков А.О., Жукова Л.А. Закономерности распределения сил и средств РСЧС, привлекаемых для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2015. №1 (43). С. 27–33.

7. Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю., Ветрова Ю.В. Оптимальное распределение сил и средств, предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Научный вестник МГСУ. 2015. №6. С. 112–119.

8. Ерохина Л.Н. Эвакуация населения в чрезвычайных ситуациях // Управление риском. 2016. №4. С. 55–63.

9. EM-DAT: The International Disaster Database [Электронный ресурс]. Центр исследований эпидемиологии бедствий (CRED). Режим доступа: www.emdat.be

10. МЧС России. Официальный сайт [Электронный ресурс]. Статистика чрезвычайных ситуаций. Режим доступа: www.mchs.gov.ru.

УДК 614:844:4

А.А. Субачева, М.И. Смольников

Уральский институт ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕТУШАЩЕГО ГАЗА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Аннотация: В статье рассмотрено влияние герметичности и размещения насадков на эффективность газового пожаротушения. Сопоставление аналитических расчетов и моделирования в PyroSim подтверждает необходимость применения численных методов при проектировании автоматических установок газового пожаротушения.

Ключевые слова: газовое пожаротушение, компьютерное моделирование, герметичность, огнетушащая концентрация, PyroSim.

A.A. Subacheva, M.I. Smolnikov

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ENCLOSURE INTEGRITY AND SPATIAL DISTRIBUTION OF GASEOUS EXTINGUISHING AGENT ON THE EFFECTIVENESS OF AUTOMATIC FIRE SUPPRESSION SYSTEMS

Abstracts: The article examines the impact of enclosure tightness and nozzle placement on the effectiveness of gas fire suppression. A comparison of analytical calculations and simulations in PyroSim confirms the necessity of applying numerical methods in the design of automatic gas fire suppression systems.

Keywords: Gas fire suppression, computer modeling, enclosure integrity, extinguishing concentration, PyroSim.

В современных условиях развитие систем противопожарной защиты тесно связано с внедрением информационных технологий, позволяющих учитывать развитие пожара в конкретных условиях эксплуатации объекта. Особенно это актуально для автоматических установок газового пожаротушения (АУГП), применяемых для защиты помещений с высокой материальной ценностью или наличием электрооборудования.

Несмотря на наличие развитой нормативной базы проектирование систем газового пожаротушения в значительной степени опирается на упрощенные расчетные методики, предполагающие равномерное распределение огнетушащего вещества в защищаемом объеме помещения. В реальных условиях эксплуатации наличие проемов, утечек и сложной геометрии приводит к формированию неравномерных концентрационных полей и существенным отклонениям от расчетных результатов.

В связи с этим возникает необходимость применения методов компьютерного моделирования, позволяющих учитывать динамику газообмена и пространственно-временные характеристики распространения огнетушащего вещества.

Целью настоящего исследования является оценка влияния герметичности помещения и схемы размещения элементов системы газового пожаротушения на эффективность тушения пожара.

Газовое пожаротушение основано на изменении параметров газовой среды, обеспечивающих прекращение процесса горения. В зависимости от типа огнетушащего вещества механизм тушения реализуется либо за счет ингибирования химических реакций (хладоны), либо путем снижения концентрации кислорода (инертные газы, газовые смеси) [1–3].

В нашем исследовании, в качестве огнетушащего вещества, будет использован углекислый газ, обладающий комбинированным механизмом воздействия на процесс горения: он снижает содержание кислорода в объеме помещения за счет его разбавления и оказывает охлаждающее действие на зону горения. Однако его применение сопряжено с рядом ограничений, связанных с безопасностью людей.

Эффективность газового пожаротушения определяется достижением и удержанием огнетушащей концентрации, причем важным является не только достижение данной концентрации, но и ее удержание в течение нормативного времени. Кроме этого, существенное влияние оказывают герметичность и геометрические характеристики помещения, интенсивность газообмена, расположение насадков подачи газа, характеристики горючей нагрузки.

Наиболее чувствительны системы газового пожаротушения к утечкам, поскольку даже незначительное снижение концентрации газа может привести к возобновлению горения.

В рамках традиционного подхода был проведен расчет времени достижения огнетушащей концентрации CO_2 в помещении объемом 125 м^3 аналити-

ческим методом, на основе балансовых зависимостей [4], учитывающих объем помещения и расход огнетушащего вещества и методом компьютерного моделирования, с применением программы PyroSim [5], реализующей полевую модель пожара. Горючая нагрузка принята по типовой нагрузке «Библиотеки, архивы (книги, журналы на стеллажах)» площадью 3 м² и располагалась в центре помещения.

В герметичном помещении процесс тушения протекает наиболее эффективно, а расчетные значения времени тушения показали схожесть с экспериментальными данными (155 с и 124 с соответственно).

Однако при наличии открытых проемов ситуация принципиально меняется: происходит интенсивный газообмен, сопровождающийся потерей части огнетушащего вещества, притоком воздуха в зону горения и формированием конвективных потоков. В результате этого расчетное время достижения требуемой огнетушащей концентрации (36 % об.) существенно возрастает или вовсе не достигается.

Особый интерес представляет анализ сценариев с различным расположением точек подачи углекислого газа.

В случае подачи газа вблизи открытого дверного проема концентрация СО₂ не достигает нормативного значения и стабилизируется на уровне 6 % об. Это объясняется тем, что основная часть огнетушащего вещества выносится из помещения конвективными потоками. Даже при увеличении времени подачи газа система фактически работает не на тушение, а на компенсацию потерь, что существенно снижает ее эффективность (рис. 1).

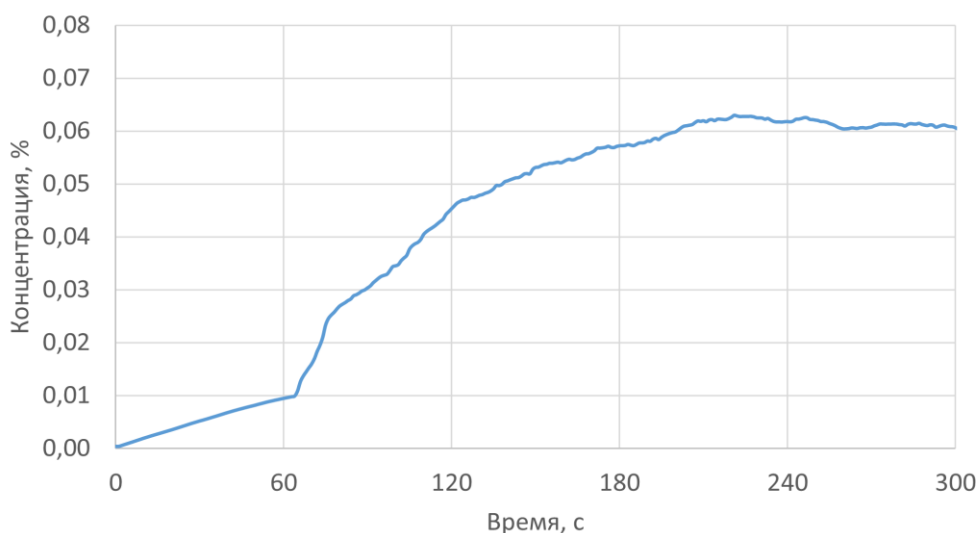


Рис. 1. Изменение концентрации углекислого газа во времени в негерметичном помещении при подаче газа возле проема

При центральном расположении насадка наблюдается более равномерное распределение газа, однако даже в этом случае концентрация не достигает требуемого значения из-за продолжающегося воздухообмена. Помещение негерметично и постоянно происходит приток кислорода, что не позволяет тушащему газу достичь концентрации 36 % об. для полного подавления горения (рис. 2).

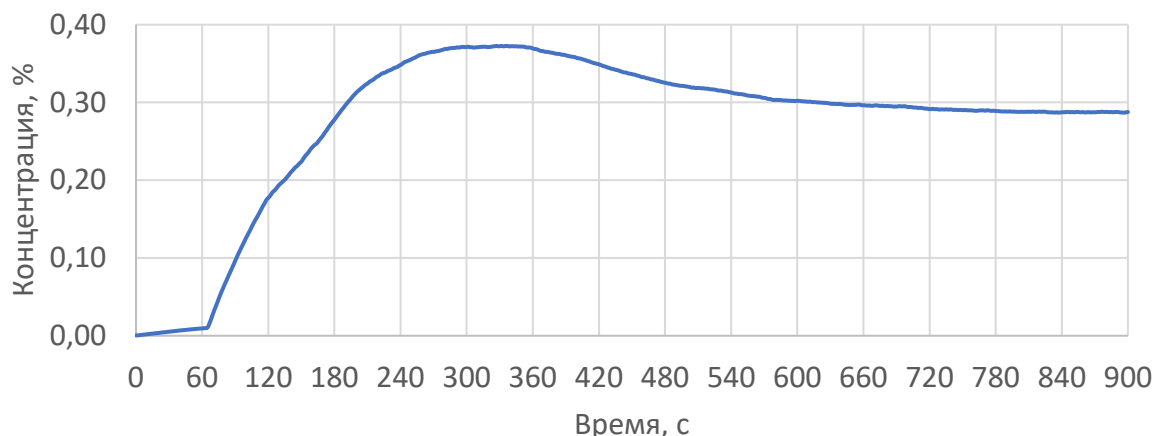


Рис. 2. Изменение концентрации углекислого газа во времени в негерметичном помещении при подаче газа в центре помещения

Наиболее рациональным является размещение насадков на удалении от проемов (рис. 3), что позволяет минимизировать потери и обеспечить более равномерное распределение газа. Результаты экспериментов показали, что огнетушащая концентрация 36% об. достигается к моменту 222 с – т.е. в течение 157 с от начала тушения (рис. 4).

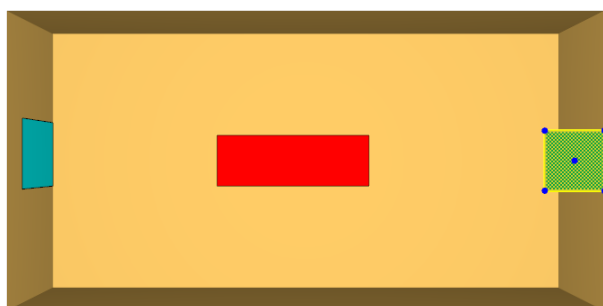


Рис. 3. Место подачи углекислого газа далеко от открытого проема

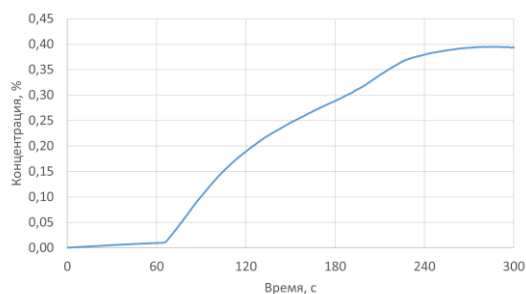


Рис. 4. Изменение концентрации углекислого газа во времени в негерметичном помещении

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. определяющим фактором эффективности газового пожаротушения является герметичность защищаемого объекта. В герметичных помещениях формирование требуемой огнетушащей концентрации происходит быстрее, что обеспечивает более быстрое подавление горения. Полученные значения времени тушения пожара в целом сопоставимы с результатами, полученными на основе упрощенных аналитических зависимостей.

2. при наличии утечек тушащего газа, а также открытых проемов происходит существенное снижение эффективности работы системы. Наблюдается отток огнетушащего вещества за пределы помещения, вследствие чего достижение нормативной концентрации либо существенно запаздывает, либо становится невозможным.

3. расположение насадков подачи газа оказывает существенное влияние на распределение огнетушащего вещества. Размещение точек подачи в непосредственной близости от проемов сопровождается повышенными потерями огнетушащего состава. Наиболее оптимальным является их расположение на удалении от открытых проемов, что способствует снижению потерь и повышению эффективности пожаротушения.

4. аналитические методы расчета не учитывают ряд важных факторов и позволяют получить лишь обобщенную оценку исследуемого процесса, тогда как компьютерное моделирование учитывает различные факторы, такие как объемно-планировочные размеры помещения, параметры проемов, свойства горючей нагрузки и пространственно-временное распределение огнетушащего газа, что способствует повышению эффективности газового пожаротушения и может применяться на стадии проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 485.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: утвержден Приказом МЧС России от 31 августа 2020 г. № 628 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 20.03.2026).

2. ГОСТ Р 59636-2021 «Национальный стандарт Российской Федерации. Установки пожаротушения автоматические. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 24.08.2021 № 789-ст) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: https://bolid.ru/files/551/729/GOST_R_59636_2021.pdf (дата обращения: 22.03.2026).

3. ГОСТ Р 50969-96 «Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний» (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 13.11.1996 № 619). // Электронный фонд право-

вых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200007215> (дата обращения: 20.03.2026).

4. Гайнуллина Е.В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебное пособие: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е.В. Гайнуллина, А.В. Кокшаров, М.Л. Кондратьева, В.Ф. Марков, Л.Н. Маскаева – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. – 175 с.

5. Руководство пользователя Pirosim 2024.2. URL: https://www.pyrosim.ru/download/Pyrosim_manual.pdf (дата обращения 10.03.2026).

УДК 614.841.4:662.75

С.П. Сухарский, С.В. Батманов

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

ПРИМЕНЕНИЕ CFD-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ ПО ПОВЕРХНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Аннотация: рассмотрена задача уточнения оценки скорости распространения фронта пламени по поверхности дизельного топлива при начальной температуре ниже температуры вспышки. Выполнено сопоставление аналитической модели ВНИИПО и эмпирической зависимости Manhou Li с данными физического эксперимента и CFD-моделирования. Показано, что учет прогрева жидкой фазы и поверхностных конвективных течений позволяет обосновать необходимость уточнения расчетных зависимостей для ранней стадии пожара пролива.

Ключевые слова: пожар пролива, дизельное топливо, скорость распространения пламени, CFD-моделирование, жидкая фаза, конвективные течения, ANSYS Fluent.

S.P. Sukharsky, S.V. Batmanov

APPLICATION OF CFD MODELING TO REFINE THE ASSESSMENT OF FLAME SPREAD RATE OVER DIESEL FUEL SURFACE

Abstracts: the paper considers refinement of flame front spread rate assessment over diesel fuel at an initial temperature below the flash point. The VNIIPPO analytical model and the empirical Manhou Li dependence are compared with physical experiment data and CFD modeling results. It is shown that accounting for liquid-phase heating and surface

convective flows substantiates the need to improve calculation approaches for the initial stage of a spill fire.

Keywords: spill fire, diesel fuel, flame spread rate, CFD modeling, liquid phase, convective flows, ANSYS Fluent.

Пожары проливов горючих жидкостей относятся к числу характерных сценариев аварий на объектах хранения, транспортирования и применения нефтепродуктов. Для высококипящих жидкостей, к которым относится дизельное топливо, особое значение имеет начальная стадия пожара, когда температура поверхности ниже температуры вспышки. В этом режиме распространение фронта пламени определяется не только газофазным горением, но и прогревом жидкой фазы перед фронтом [2, 3, 8].

Целью работы является обобщение предоставленных расчетных и экспериментальных материалов по распространению пламени над поверхностью дизельного топлива и выделение наиболее целесообразного направления уточнения расчетной оценки скорости фронта пламени. В качестве объекта рассмотрено дизельное топливо марки «З» по ГОСТ 305-2013 при начальной температуре 20 °С и ниже температуры вспышки 40 °С, принятой в расчетных материалах [5].

В отечественной модели, приведенной в материалах НИР ВНИИПО по теме «Разлив», скорость фронта пламени в низкоскоростном режиме связывается с прогревом жидкой фазы и фактически описывает кондуктивный механизм теплопереноса. Зарубежная работа Manhou Li, Shouxian Lu, Jin Guo и Kwok-Leung Tsui основана на аппроксимации экспериментальных данных: рост скорости пламени представлен экспоненциальной зависимостью от начальной температуры топлива. Физическая интерпретация такой зависимости согласуется с уравнением Клаузиуса-Клапейрона, поскольку давление насыщенных паров и концентрация горючей смеси над поверхностью возрастают с температурой нелинейно [6, 7].

*Таблица .Сравнение расчетных скоростей распространения пламени
по поверхности дизельного топлива*

Начальная температура топлива, °С	Скорость по модели ВНИИПО, см/с	Скорость по модели Li et al., см/с	Абсолютная разница, см/с
0	0,62	0,59	0,03
10	0,80	0,73	0,07
20	1,12	0,91	0,21
30	1,87	1,14	0,73
40	5,60	1,43	4,17

Из таблицы видно, что при температурах 0-30 °С различие между моделями находится в диапазоне 0,03-0,73 см/с, однако при приближении к температуре вспышки расчет по модели ВНИИПО резко возрастает до 5,60 см/с. Это указывает на ограниченность прямого переноса аналитических зависимостей на реальные условия пролива без дополнительной проверки экспериментом и численным моделированием [6, 7].

Физический эксперимент был проведен при начальной температуре дизельного топлива 20 °С в лотке шириной 45 см и глубиной слоя 1 см. Полученные значения скорости распространения фронта пламени оказались выше значений, следующих из рассмотренных эмпирических зависимостей. Следовательно, для ранней стадии пожара пролива требуется учитывать механизм переноса тепла в жидкой фазе, который в аналитических формулах представлен упрощенно [4, 6, 7].

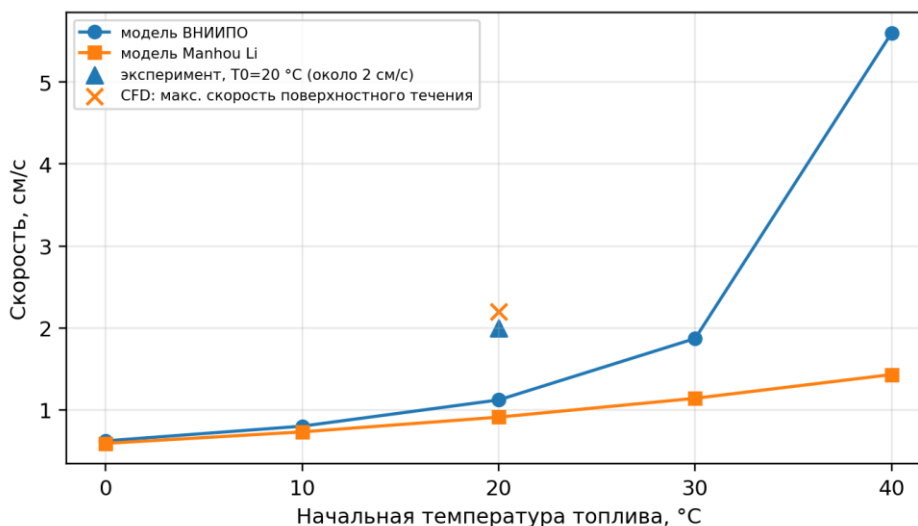


Рисунок. Сопоставление расчетных скоростей и ориентировочных данных эксперимента/CFD для $T_0 = 20$ °С

Для уточнения оценки предложена численная постановка прогрева жидкой фазы в системе «жидкость - газ» с использованием ANSYS Fluent 2024R2. Расчет выполнялся в двухмерной осесимметричной области, что снижает вычислительные затраты и позволяет исследовать начальный прогрев поверхности топлива. Модель не включает химические реакции горения и фазовый переход; основными механизмами теплопереноса приняты теплопроводность, естественная конвекция и тепловое излучение [1, 4].

Локальный источник тепла реализован через пользовательскую функцию UDF, задающую объемную плотность тепловыделения в виде произведения экспонент с нормальным распределением по радиальной и вертикальной координатам. По данным исходных материалов максимальная мощность ис-

точника принята $Q_0 = 1,8 \times 10^6 \text{ Вт/м}^3$, что соответствует поддержанию температуры источника порядка $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ при диаметре зоны нагрева около 1 см . Такая постановка описывает тепловое воздействие фронта пламени без прямого моделирования химической кинетики [1, 4].

Результаты CFD-моделирования показали, что максимальная скорость течения на поверхности жидкой фазы составляет около $2,2 \text{ см/с}$. Этот результат имеет тот же порядок величины, что и данные физического эксперимента для холодной жидкости, и подтверждает гипотезу о существенной роли градиента поверхностного натяжения между прогретой и холодной зонами. Возникающий под поверхностью конвективный вихрь переносит тепловую энергию впереди фронта, а скорость этого переноса задает верхнюю оценку скорости движения пламени в низкоскоростном режиме [4, 8].

Качественная адекватность модели дополнительно подтверждается сопоставлением формы расчетных конвективных токов с экспериментальными наблюдениями, приведенными в обзоре Н. D. Ross. Вместе с тем полученный результат не следует рассматривать как универсальную расчетную зависимость: модель требует дальнейшей верификации при иных толщинах слоя, геометрии пролива, начальных температурах и свойствах топлива [8].

Таким образом, наиболее целесообразным направлением является не замена экспериментальных данных единственной эмпирической формулой, а использование CFD-модели как инструмента уточнения механизма прогрева жидкой фазы. Такой подход позволяет связать скорость фронта пламени с параметрами теплопереноса, геометрией пролива и свойствами топлива, что важно для расчета развития пожара, выбора мер противопожарной защиты и оценки времени до достижения опасных факторов пожара [4, 6, 7].

Сопоставление моделей ВНИИПО и Manhou Li показало расхождение расчетных скоростей распространения пламени, особенно при приближении к температуре вспышки. Данные физического эксперимента при $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ оказались выше значений, следующих из рассмотренных зависимостей, что подтверждает необходимость уточнения расчетных методов. Предложенная CFD-модель прогрева жидкой фазы позволяет учитывать теплопроводность, конвекцию и излучение без прямого моделирования химических реакций горения и фазового перехода, поэтому она может применяться для исследования начальной стадии пожара пролива с использованием коэффициента запаса. Максимальная расчетная скорость поверхностного течения около $2,2 \text{ см/с}$ подтверждает роль поверхностных конвективных токов как одного из механизмов переноса тепла перед фронтом пламени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ANSYS Fluent Theory Guide. Release 2024R2. - ANSYS Inc., 2024.
2. Батманов С. В., Сухарский С. П. Обзор экспериментальных исследований определения скорости фронта пламени по поверхности горючей жидкости //

Экономика строительства. - 2024. - № 8. - С. 200-207. - DOI: 10.24412/0131-7768-2024-8-200-207.

3. Батманов С. В., Челекова Е. Ю., Сухарский С. П. Аналитический обзор исследований пожара пролива горючих жидкостей с высокой температурой вспышки // Экологическая, промышленная и пожарная безопасность: материалы IV Международной научно-практической конференции. - Астрахань: АГТУ им. В. Н. Татищева, 2025. - 135 с. - ISBN 978-5-9926-1582-1.

4. Батманов С. В., Сухарский С. П. Численное моделирование теплового излучения в начальной стадии пожара пролива высококипящей жидкости // Экономика строительства. - 2026. - № 1. - С. 367-369.

5. ГОСТ 305-2013. Топливо дизельное. Технические условия. - Введ. 2015-01-01. - М.: Стандартинформ, 2014.

6. Li M., Lu S., Guo J., Tsui K.-L. Study on Flame Spread over Aviation Kerosene and Diesel // Advanced Materials Research. - 2014. - Vol. 1016. - P. 587-591. - DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1016.587.

7. Отчетная справка по теме П.3.4.П.01.2004 «Разлив». Провести поисковое исследование по разработке расчетно-экспериментального метода определения скорости распространения пламени над разливом горючей жидкости. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2005. - 21 с.

8. Ross H. D. Ignition of and Flame Spread over Liquid Fuel Pools // Progress in Energy and Combustion Science. - 1994. - Vol. 20. - P. 17-63.

УДК 621.91.01

С.А. Сырбу, А.Г. Наумов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация: В работе предложен подход к оценке эффективности пожаробезопасных смазочно-охлаждающих технологических средств в зоне контакта трибосопряженных металлических поверхностей. В основу подхода положено квантово-химическое моделирование процессов образования комплексов металлов со свободно радикальными фрагментами смазочно-охлаждающих технологических средств и последних между собой. Если более энергетически выгодным окажется процесс комплексообразования, то смазочный материал будет работать эффективно. Использование подхода проиллюстрировано на сплавах железа и титана.

Ключевые слова: пожаробезопасные смазочные материалы, квантовохимическое моделирование, сплавы железа и титана, энтальпия комплексообразования.

S.A. Syrbu, A.G. Naumov

APPROACHES TO ASSESSING THE EFFICIENCY OF FIRE-SAFE CUTTING LUBRICANTS

Abstracts: This paper proposes an approach to assessing the effectiveness of fire-safe cutting lubricants in the contact zone of triboconjugated metal surfaces. The approach is based on quantum chemical modeling of the formation of metal complexes with free-radical fragments of cutting lubricants and between cutting lubricants. If the complexation process is more energetically favorable, the lubricant will perform effectively. The application of this approach is illustrated using iron and titanium alloys.

Keywords: fire-resistant lubricants, quantum chemical modeling, iron and titanium alloys, enthalpy of complexation.

Физические и химические процессы, протекающие в зоне контакта при резании металлов, изучение механизмов действия смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) показывают, что для их эффективного действия требуются микродозы смазочного материала. Группой российских ученых под руководством профессора В. Н. Латышева, а также американскими и японскими исследователями была подтверждена высокая эффективность способа направленной подачи СОТС в виде микрокапсул. Следует отметить, что указанный способ подачи значительно снижает пожарную опасность процесса резания металлов. Однако не всегда применение того или иного СОТС приносит желаемый результат. Поскольку их подбор осуществляется эмпирическим путем. Поэтому проблема обоснования подбора смазочного материала и предсказания его эффективности, например, при резании на операции точения, представляется весьма актуальной. Исходя из вышесказанного, целью нашей работы являлась разработка подхода к предварительной оценке эффективности СОТС в зоне контакта трибосопряженных металлических поверхностей. Основные задачи исследования заключались в следующем. Провести квантово-химическое моделирование процессов образования комплексных соединений металлов со свободно радикальными фрагментами, образующимися при физической или химической активации молекул смазочного материала, а также процессов взаимодействия радикалов между собой. Рассчитать величины изменения энтальпии указанных процессов. На основании их анализа определить наиболее энергетически выгодный процесс.

С помощью полуэмпирического метода PM3 в идеальной газовой фазе было проведено квантово-химическое моделирование процессов образования комплексов железа и титана с вторичным и третичным радикалами, которые образуются при разрушении микрокапсул направленного действия с поливиниловым спиртом, состава 1:1 и 1:2. Термодинамическая возможность образования данных структур оценивалась исходя из величин процессов изменения энтальпий комплексообразования в идеальной гипотетической газовой фазе,

рассчитанных по следствию из закона Гесса на основе изменения РМЗ-энтальпий образования реагентов [1].

Для теоретического обоснования вероятности образования комплексных соединений железа и титана на трибосопряженных металлических поверхностях контактной зоны при физико-химических взаимодействиях СОТС или их компонентов с ювенильными металлическими поверхностями использовался термодинамический подход.

Предположим, что разделительные смазочные пленки, обуславливающие эффективность СОТС, образованы полимерными молекулами, которые иммобилизованы на ювенильных поверхностях металлов. Иммобилизация происходит за счет образования прочных ковалентных связей радикальных фрагментов макромолекул с атомами металлов. Однако стоит отметить, что макромолекулам достаточно сложно «закрыть» стерически труднодоступные зоны деформации (неровности). Это возможно свободно радикальным фрагментам, которые могут образовываться как при физической (коронным разрядом), так и химической (озонированием) активации полимерных молекул СОТС в случае благоприятствования процессу термодинамических факторов (энтальпийного и энтропийного). Иными словами, если образование связей свободнорадикальных фрагментов с атомом металла энергетически выгоднее, чем образование связей между ними, и отсутствуют пространственные затруднения для образования таких связей, разделительная смазочная пленка хемосорбируется на поверхности металла, и использование смазочного материала будет эффективным.

Проиллюстрируем предложенный подход на примере поливинилового спирта, активированного коронным разрядом. Эффективность использования поливинилового спирта в качестве СОТС доказана в работе [2].

При активации поливинилового спирта образуются вторичный $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-}\dot{\text{C}}\text{H}\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2(\text{OH})$ и третичный $\text{CH}_3\text{-C}^*(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2(\text{OH})$ алкильные радикалы. Обозначим их R_2 и R_3 соответственно.

В рамках метода РМЗ была проведена геометрическая оптимизация вторичных и третичных радикалов, а также их комплексных соединений с атомарными железом и титаном состава $\text{R}_2\text{-Me}$; $\text{R}_2\text{-Me-R}_2$; $\text{R}_3\text{-Me}$; $\text{R}_3\text{-Me-R}_3$, где Me – атом металла.

Результаты оценки термодинамической возможности образования комплексов состава 1:1 и 1:2 приведены в таблице. Аналогично были рассчитаны величины изменения энтальпии процессов соединения радикалов и образования ковалентной связи между ними по обменному механизму.

Анализ данных таблицы показывает, что процессы образования комплексов со вторичными и третичными углеводородными радикалами как атомарным железом, так и атомарным титаном энергетически выгодны. Однако титан, имеющий большее химическое сродство к кислороду, обладает большим химическим сродством и к свободно-радикальным фрагментам СОТС.

Энергия процесса комплексообразования, которую можно приравнять к энергии связи в образовавшихся комплексах, в комплексе Ti –R₂ в 2.5 раза больше, чем в комплексе Fe-R₂. В случае комплекса Ti –R₃ энергия связи в 3.1 раза больше, чем в комплексе Fe-R₃. Обнаруженный экспериментальный факт говорит о большей прочности связей как вторичного, так и третичного радикалов поливинилового спирта с титаном, иными словами о более прочно хемосорбированной смазочной пленке на поверхности титана.

Таблица. Изменение энтальпии в процессе образования комплексов атомарных железа и титана с алкильными радикалами ($\Delta H_{\text{компл.}}$, ккал/моль)

R	$\Delta H_{\text{компл.}}$, ккал/моль			
	Fe+R	Fe+2R	Ti +R	Ti +2R
R ₂	-95,8	-252,4	-236,6	-526,1
R ₃	-72,3	-254,5	-224,3	-490,6

Соединение радикалов энергетически не выгодно, и требует затрат энергии в 104.5 ккал/моль и 86.2 ккал/моль при взаимодействии вторичных и третичных радикалов соответственно.

Таким образом, в работе предложен подход, с помощью которого а priori с использованием методов квантовой химии можно предсказывать потенциальную эффективность смазочного материала в зоне контакта трибосопряженных металлических поверхностей. Для этого необходимо определить, какой из процессов: образование комплексов металлов со свободно-радикальными фрагментами, на которые распадается СОТС при физико-химическом воздействии, или соединение свободно-радикальных фрагментов между собой будет энергетически выгоднее. Если более энергетически выгоден процесс комплексообразования, то СОТС будет эффективным.

Кроме того, предложенный подход позволяет оценивать прочность химической связи разделительной смазочной пленки с поверхностью определенного металла в зоне контакта трибосопряженных металлических поверхностей. Это позволит предсказывать не только потенциальную эффективность смазочных материалов, но и осуществлять их целенаправленный подбор для определенных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sheinin V.B., Shabunin S.A., Bobritskaya E.V., Ageeva T.A. Koifman O.I. Protonation Equilibriums of Porphin, 5,10,15,20-Tetraphenylporphin, 5,10,15,20-Tetrakis(4'-sulfonatophenyl) porphin in Methanol // *Macroheterocycles*. 2012. V. 5. P. 252 – 259.

2. Репин Д.С., Наумов А.Г. Об эффективности активации полимерсодержащих смазочно-охлаждающих технологических средств при механической обработке металлов резанием // Вестник УГАТУ. 2020. Т. 24, № 2(88). С. 36 – 42.

УДК 614.842.4:004.8

А.П. Терентьева, Н.А. Кращенко

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ПОДАВЛЕНИЯ ОЧАГОВ ВОЗГОРАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: В статье представлен аналитический обзор современных научно-технических достижений в области создания систем раннего обнаружения и автоматического подавления очагов возгорания. Рассматриваются принципы действия мультисенсорных пожарных извещателей, алгоритмы интеллектуальной обработки сигналов и перспективные технологии пожаротушения. Проведен сравнительный анализ эффективности внедрения инновационных решений на объектах жилого, промышленного и социального назначения. Сформулированы практические рекомендации по модернизации систем противопожарной защиты с учетом функциональной специфики защищаемых объектов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, раннее обнаружение пожара, мультисенсорные извещатели, нейросетевые алгоритмы, автоматическое пожаротушение, системы противопожарной защиты.

A.P. Terentyeva, N.A. Kraschenko

INNOVATIVE SYSTEMS FOR EARLY DETECTION AND SUPPRESSION OF FIRE FIRES IN VARIOUS FUNCTIONAL AREAS

Abstracts: The article provides an analytical review of modern scientific and technical achievements in the field of creating early detection systems and automatic suppression of fire sources. It examines the principles of operation of multi-sensor fire detectors, intelligent signal processing algorithms, and promising fire extinguishing technologies. A comparative analysis of the effectiveness of implementing innovative solutions in residential, industrial, and social facilities is conducted. Practical recommendations are formulated for the modernization of fire protection systems, taking into account the functional specifics of the protected facilities.

Keywords: fire safety, early fire detection, multi-sensor detectors, neural network algorithms, automatic fire extinguishing, and fire protection systems.

Минимизация пожарных рисков на объектах различного функционального назначения остается одной из приоритетных задач в области обеспечения комплексной безопасности [2]. Традиционные системы пожарной сигнализации, основанные на пороговом анализе концентрации дыма или темпа нарастания температуры, нередко демонстрируют запаздывание срабатывания, что в условиях интенсивного развития горения приводит к невосполнимым материальным потерям и человеческим жертвам [1].

Современный вектор развития противопожарной защиты ориентирован на внедрение мультисенсорных технологий раннего обнаружения, сопряженных с адаптивными алгоритмами обработки данных и автоматизированными установками подавления возгораний на начальной стадии [3]. Цель настоящей работы — систематизация сведений об инновационных технических решениях в данной области и оценка перспектив их применения с учетом функционального назначения объектов защиты.

Переход от однопараметрических дымовых и тепловых извещателей к мультисенсорным устройствам ознаменовал качественный скачок в развитии пожарной автоматики [2]. Современные мультикритериальные детекторы одновременно регистрируют изменение оптической плотности среды, концентрацию угарного газа (СО), температуру и её градиент [3]. Комплексирование разнородных сигналов позволяет существенно снизить частоту ложных срабатываний, сохраняя высокую чувствительность к реальным очагам горения [4].

Сравнительная характеристика традиционных и мультисенсорных извещателей представлена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение технических характеристик пожарных извещателей

Параметр	Традиционный дымовой извещатель	Мультисенсорный извещатель
Контролируемые факторы пожара	1 (оптическая плотность дыма)	3–4 (дым, СО, температура, градиент t°)
Время обнаружения тестового очага (с)	45–90	12–25
Частота ложных срабатываний (на 1000 ч)	Высокая	Низкая
Устойчивость к электромагнитным помехам	Средняя	Высокая
Возможность удаленной диагностики	Отсутствует или ограничена	Полная

Как видно из приведенных данных, мультисенсорные извещатели обеспечивают трех-четырежды кратное сокращение времени детектирования опасного фактора при одновременном снижении числа нежелательных тревог [4].

Дальнейшее совершенствование систем раннего обнаружения связано с внедрением технологий машинного обучения [3]. Нейросетевые классификаторы, предварительно обученные на репрезентативных выборках сигнатур пожара, способны идентифицировать опасную ситуацию за секунды до момента, когда концентрация дыма превысит установленный нормативом порог. Кроме того, активно развиваются аспирационные извещатели лазерного типа, обеспечивающие сверхчувствительное детектирование частиц дыма на стадии термической деструкции материалов [2].

Интеграция пожарной сигнализации с программными платформами на базе промышленного интернета вещей открыла возможность создания самообучающихся систем мониторинга [3]. Поток данных, поступающий от распределенной сети датчиков, обрабатывается в режиме реального времени, а результаты анализа визуализируются на автоматизированном рабочем месте диспетчера [4].

Применение алгоритмов глубокого обучения дает возможность не только фиксировать факт возгорания, но и прогнозировать вероятную траекторию его распространения с учетом геометрии помещений, характеристик пожарной нагрузки и параметров вентиляционных потоков [3]. Подобные комплексы уже проходят опытно-промышленную эксплуатацию на крупных складских терминалах и в центрах обработки данных, где критически важна каждая секунда задержки реагирования [2].

Параллельно с развитием средств обнаружения совершенствуются и системы автоматического пожаротушения [1]. Наряду с традиционными спринклерными и дренчерными установками водяного и пенного типа все более широкое распространение получают установки газового пожаротушения нового поколения с применением безопасных для человека хладонов и инертных газов [2].

Особый интерес представляют технологии тонкодисперсного распыления воды (водяной туман). Данный способ позволяет эффективно подавлять пламя при минимальном расходе огнетушащего вещества, что делает его применимым для защиты музейных фондов, библиотек и серверных помещений [4]. Перспективным направлением также являются автономные роботизированные модули пожаротушения, оснащенные инфракрасными датчиками наведения и способные ликвидировать очаг возгорания без присутствия человека в опасной зоне [3].

В табл. 2 представлена сводная информация о современных технологиях подавления возгораний с указанием рекомендуемых областей применения.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

*Таблица 2. Характеристика инновационных технологий подавления
очагов возгорания*

Технология	Принцип действия	Преимущества	Ограничения	Рекомендуемые объекты
Водяной туман (тонкодисперсная вода)	Охлаждение зоны горения и вытеснение кислорода микрокаплями (<100 мкм)	Минимальный расход воды; безопасность для электроники	Высокие требования к давлению в магистрали	Музеи, библиотеки, ЦОДы, серверные
Газовое пожаротушение (Novec 1230, инертные газы)	Объемное заполнение помещения газовой средой, не поддерживающей горение	Отсутствие ущерба имуществу; электробезопасность	Необходимость герметизации помещения	Архивы, лаборатории, хранилища ценностей
Роботизированные модули пожаротушения	Автономное обнаружение и подавление очага с помощью ИК-наведения	Отсутствие риска для персонала; мобильность	Высокая стоимость; ограниченный запас ОТВ	Нефтехранилища, ангары, химические производства
Установки импульсного распыления	Ударно-волновое подавление пламени мелкодисперсной струей	Высокая огнетушащая эффективность; экономичность	Сложность проектирования распределительной сети	Складские комплексы, торговые центры

Приведенные данные демонстрируют, что выбор конкретной технологии подавления должен базироваться на всестороннем анализе пожарной нагрузки, архитектурно-планировочных характеристик и функционального назначения защищаемого объекта [1].

Жилые здания. Приоритетное значение имеет скорость обнаружения тлеющих очагов в ночное время и минимальная токсичность огнетушащего состава [2]. Рекомендовано применение мультисенсорных извещателей с беспроводным интерфейсом и автономных модулей водяного тумана [4].

Промышленные объекты. Условия повышенной запыленности, вибрации и агрессивных сред требуют использования взрывозащищенных детекторов и

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

алгоритмов компенсации фоновых помех. Для подавления возгораний классов В и D эффективны порошковые и газовые системы [1]. Социальные объекты (больницы, школы, интернаты). На первый план выходит задача безопасной эвакуации маломобильных групп населения. Инновационные системы должны быть интегрированы с управляемыми оповещателями и световыми указателями направления движения, активируемыми по сигналу нейросетевого анализатора обстановки [4]. Обобщенные рекомендации по оснащению объектов с учетом их функционального назначения приведены в табл. 3.

*Таблица 3. Дифференцированный подход к выбору систем
противопожарной защиты*

Тип объекта	Рекомендуемый тип извещателя	Предпочтительная система пожаротушения	Дополнительные требования
Жилые многоквартирные дома	Мультисенсорный с беспроводным интерфейсом	Автономные модули водяного тумана	Интеграция с системой внутриквартирного оповещения
Промышленные цеха и склады	Взрывозащищенный мультикритериальный с компенсацией помех	Порошковая / газовая (в зависимости от класса пожара)	Сопряжение с системой аварийной вентиляции
Медицинские учреждения	Лазерный аспирационный высокой чувствительности	Газовое пожаротушение (безопасные хладоны)	Секционное тушение, адресное оповещение палат
Образовательные учреждения	Мультисенсорный с защитой от вандализма	Водяной туман или спринклерная с уменьшенным орошением	Голосовое оповещение с указанием путей эвакуации
Центры обработки данных	Сверхранний аспирационный	Газовое пожаротушение (инертные газы)	Мониторинг герметичности, автоматическое отключение вентиляции

Анализ современного состояния систем противопожарной защиты свидетельствует о выраженной тенденции к интеллектуализации процессов обнаружения и ликвидации возгораний. Мультисенсорные детекторы в сочетании с адаптивными алгоритмами обработки данных и роботизированными средствами пожаротушения обеспечивают переход к превентивной модели реагирования, при которой активное противодействие начинается на максимально ранней стадии развития пожара. Дифференцированный подход к оснащению объектов с учетом их функционального профиля позволяет добиться баланса между стоимостью внедрения и уровнем достигаемой безопасности [1, 2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов П.С., Петров А.В. Интеллектуальные системы пожарной сигнализации: принципы построения и алгоритмы обработки сигналов // Пожарная безопасность. — 2023. — № 4. — С. 22–29.
2. Кузнецов Д.В., Смирнова Е.А. Мультисенсорные извещатели: опыт эксплуатации и перспективы развития // Технологии техносферной безопасности. — 2024. — Вып. 2. — С. 45–52.
3. ГОСТ Р 53325–2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. — М.: Стандартинформ, 2012.

УДК 614.895.5:677.017:004.8

А.П. Терентьева, Н.А. Кращенко

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО: ИНТЕГРАЦИЯ ДАТЧИКОВ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕРМОЗАЩИТЫ

Аннотация: В статье рассматриваются современные достижения в области разработки интеллектуальных текстильных материалов, предназначенных для боевой одежды пожарных. Анализируются технологии интеграции гибких датчиков физиологического состояния непосредственно в структуру термозащитных тканей. Особое внимание уделено конвергенции сенсорных, терморегулирующих и огнестойких свойств в рамках единого текстильного комплекса. Сформулированы перспективные направления исследований и практические рекомендации по внедрению «умной» экипировки в подразделения пожарной охраны.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, интеллектуальный текстиль, термозащита, датчики физиологического состояния, wearable-технологии, пожарная безопасность.

A.P. Terentyeva, N.A. Kraschenko

INTELLIGENT TEXTILES FOR FIREFIGHTER'S COMBAT CLOTHING: INTEGRATION OF PHYSIOLOGICAL CONDITION AND THERMAL PROTECTION SENSORS

Abstracts: The article discusses modern achievements in the development of intelligent textile materials intended for firefighters' combat clothing. It analyzes the technologies of integrating flexible physiological condition sensors directly into the structure of thermal protective fabrics. Special attention is paid to the convergence of sensory, thermoregulatory, and fire-resistant properties within a single textile complex. The article formulates promising research areas and practical recommendations for the implementation of smart equipment in fire departments.

Keywords: firefighter combat clothing, intelligent textiles, thermal protection, physiological condition sensors, wearable technologies, and fire safety.

Боевая одежда пожарного (БОП) является ключевым элементом индивидуальной защиты, определяющим способность специалиста действовать в экстремальных условиях высокотемпературного воздействия, задымления и ограниченной видимости. Традиционные требования к БОП, зафиксированные в национальных и международных стандартах, охватывают главным образом пассивные защитные характеристики: огнестойкость, термостойкость, механическую прочность и водонепроницаемость [1].

Однако современный вектор развития защитной экипировки смещается в сторону её интеллектуализации. Речь идёт о создании текстильных материалов, которые не только защищают носителя от внешних поражающих факторов, но и непрерывно мониторят его физиологический статус, передавая критически важную информацию руководителю тушения пожара или диспетчеру [2]. Интеграция сенсорных элементов непосредственно в структуру ткани открывает возможность своевременного обнаружения теплового удара, переутомления или потери сознания — состояний, представляющих непосредственную угрозу жизни пожарного.

Интеллектуальная боевая одежда пожарного представляет собой многоуровневую систему, объединяющую защитные, сенсорные и коммуникационные компоненты. В табл. 1 приведён обобщённый состав такой системы.

*Таблица 1. Компонентная структура интеллектуальной
боевой одежды пожарного*

Уровень	Компоненты	Функциональное назначение
Внешний защитный слой	Арамидные ткани с интегрированными оптоволоконными датчиками температуры	Защита от открытого пламени, ИК-излучения; регистрация температуры внешней среды
Влагозащитный слой	Мембранные материалы с печатными сенсорными элементами	Барьер для воды и агрессивных жидкостей; мониторинг целостности мембраны
Термоизолирующий слой	Нетканые материалы с фазопереходными микрокапсулами и термопарами	Тепловая защита; измерение градиента температуры в пакете
Внутренний слой (подкладка)	Трикотаж с вышитыми токопроводящими нитями и биосенсорами	Контакт с телом; регистрация ЧСС, температуры кожи, кожно-гальванической реакции
Электронный модуль	Микроконтроллер, модуль беспроводной связи, аккумулятор	Обработка сигналов, передача данных на внешнее устройство, питание сенсоров

Приведённая архитектура демонстрирует, что каждый слой традиционного пакета БОП приобретает дополнительную сенсорную функцию без утраты исходных защитных свойств. Такое функциональное уплотнение достигается за счёт применения новых текстильных технологий, подробно рассмотренных ниже [3].

Современные методы встраивания сенсорных элементов в текстиль можно разделить на три основные группы:

Вышивка токопроводящими нитями. Специализированные нити, содержащие серебряные или углеродные нановолокна, с помощью программируемых вышивальных автоматов вводятся в структуру ткани-подложки, формируя токопроводящие дорожки и электроды. Данный метод обеспечивает высокую механическую прочность соединений и масштабируемость производства.

Струйная печать функциональными чернилами. На поверхность текстиля посредством модифицированных струйных принтеров наносятся чернила, содержащие проводящие полимеры, наночастицы металлов или оксидов. Технология позволяет создавать ультратонкие, гибкие и практически

неосязаемые носителем сенсорные структуры, что особенно важно для подкладочного слоя, непосредственно контактирующего с телом [4].

Имплантация оптических волокон. Полимерные оптоволоконна интегрируются в структуру внешней защитной ткани. Деформация или термическое разрушение волокна при критическом нагреве регистрируется фотодетектором и служит прямым индикатором опасного уровня теплового воздействия на экипировку [5]. В табл. 2 сопоставлены ключевые характеристики трёх описанных технологических подходов.

Таблица 2. Сравнительная характеристика методов интеграции датчиков в текстиль БОП

Метод	Контролируемые параметры	Преимущества	Ограничения
Вышивка токопроводящими нитями	ЧСС, ЭКГ, кожно-гальваническая реакция	Механическая устойчивость, многократные циклы стирки	Ограниченное пространственное разрешение
Струйная печать функциональными чернилами	Температура кожи, влажность, потоотделение	Гибкость, малая толщина, комфорт для носителя	Чувствительность к истиранию, деградация чернил
Имплантация оптических волокон	Температура внешней среды, интенсивность ИК-излучения	Помехоустойчивость, искробезопасность	Хрупкость при многократных изгибах, стоимость

Как видно из таблицы, каждый метод обладает специфическими достоинствами и ограничениями, что диктует целесообразность их комбинированного применения в рамках единого пакета материалов [3, 5].

Интеллектуальная БОП должна обеспечивать непрерывную регистрацию ряда физиологических показателей, отклонение которых от нормы сигнализирует о развитии критического состояния:

1. *Частота сердечных сокращений (ЧСС).* Внезапная тахикардия или, напротив, брадикардия на фоне тепловой нагрузки служит предиктором теплового коллапса. Экспериментально установлено, что у пожарных без предварительной тепловой адаптации критическое повышение ЧСС наступает в среднем на четвёртой минуте работы в зоне повышенных температур [2].

2. *Температура кожи.* Локальный перегрев отдельных участков тела, регистрируемый распределённой сетью печатных термосенсоров на внутренней поверхности подкладки, позволяет своевременно идентифицировать начинающийся ожог или нарушение целостности термозащитного пакета до появления болевых ощущений [4].

3. *Уровень гидратации.* Датчики потоотделения, реализованные на основе кондуктометрического принципа, оценивают интенсивность влагопотерь.

Достижение порогового значения служит сигналом к немедленному выводу пожарного из опасной зоны для восполнения жидкости.

4. *Кожно-гальваническая реакция.* Изменение электрической проводимости кожи коррелирует с уровнем психоэмоционального стресса и может использоваться как вспомогательный индикатор при оценке общего функционального состояния [2].

Принципиальным требованием к интеллектуальной БОП остаётся неухудшение термозащитных характеристик по сравнению с традиционной экипировкой. Внедрение датчиков не должно снижать огнестойкость пакета материалов или создавать каналы теплопередачи внутрь. Исследования демонстрируют, что при использовании вышитых серебросодержащих нитей с сечением не более 0,3 мм² и шахматным шагом стежков свыше 5 мм теплопроводность пакета возрастает не более чем на 2,3 % относительно базового образца, что укладывается в допустимый стандарт диапазон [5]. Печатные сенсоры на основе полимерных проводников практически не влияют на термическое сопротивление благодаря своей ультратонкой структуре.

Особый интерес представляют фазопереходные материалы, интегрируемые в термоизолирующий слой. Микрокапсулы с парафинами, поглощающие тепло при плавлении, выполняют двойную функцию: повышают теплозащиту за счёт аккумуляирования избыточной тепловой энергии и одновременно работают как пассивные сенсоры — момент завершения фазового перехода фиксируется термопарами и интерпретируется как сигнал исчерпания теплового резерва одежды [5].

Несмотря на значительный прогресс в лабораторных условиях, широкое внедрение интеллектуальной БОП в подразделения пожарной охраны сдерживается рядом факторов:

а) Отсутствие стандартизованных методик испытаний текстильных сенсоров в условиях, имитирующих реальный пожар;

б) Высокая стоимость опытных образцов, обусловленная мелкосерийным характером производства;

в) Недостаточная автономность: ёмкость аккумуляторов, встраиваемых в одежду, пока не обеспечивает непрерывный мониторинг в течение всей смены;

г) Психологический барьер: недоверие личного состава к надёжности электронных систем в экстремальных средах.

В качестве приоритетных направлений дальнейших исследований можно выделить разработку самообеспечиваемых сенсорных систем, использующих энергию тела носителя (пьезоэлектрические и термоэлектрические генераторы, встраиваемые в текстиль), а также создание открытых протоколов передачи данных для унификации взаимодействия экипировки различных производителей с планшетами начальников караулов [2, 4]. В табл. 3 сведены ключевые проблемы и предлагаемые пути их решения.

*Таблица 3. Проблемы внедрения интеллектуальной БОП
и направления их преодоления*

Проблема	Возможное решение	Ожидаемый результат
Отсутствие стандартов испытаний	Разработка ГОСТ Р на методы оценки «умного» текстиля	Правовая определённость для производителей
Высокая стоимость	Масштабирование струйно-печатных технологий	Снижение себестоимости сенсорного слоя
Ограниченная автономность	Интеграция гибких термоэлектрических генераторов	Продление времени работы до 12+ часов
Недоверие личного состава	Войсковые испытания с обратной связью от опытных пожарных	Формирование положительного пользовательского опыта
Отсутствие единого протокола	Утверждение открытого стандарта передачи данных	Совместимость с оборудованием различных вендоров

Интеллектуальные текстильные материалы, совмещающие функции термозащиты и физиологического мониторинга, формируют новое поколение боевой одежды пожарного, способное не только пассивно ограждать носителя от опасных факторов, но и активно предупреждать о наступлении критических состояний [3]. Технологии вышивки токопроводящими нитями, струйной печати функциональными чернилами и имплантации оптических волокон обеспечивают надёжную интеграцию сенсорных элементов в структуру арамидных и мембранных тканей без существенного ухудшения их защитных характеристик [4, 5].

Переход к серийному производству интеллектуальной БОП сдерживается комплексом проблем нормативного, экономического и психологического характера [1]. Их преодоление требует скоординированных усилий материаловедов, схемотехников, гигиенистов и представителей практических подразделений пожарной охраны. Вместе с тем уже сегодня очевидно, что «умная» экипировка способна качественно повысить безопасность личного состава, выводя систему индивидуальной защиты на уровень превентивного реагирования, при котором сигнал тревоги подаётся не по факту поражения, а при возникновении его предвестников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Одежда пожарного боевая. Общие технические требования. Методы испытаний. — М.: Стандартинформ, 2009.
2. Иванов С.П., Петрова Е.В. Физиологический мониторинг пожарных в условиях тепловой нагрузки: обзор wearable-технологий // Техносферная безопасность. — 2024. — № 3. — С. 41–49.

З. Сидоров А.Н. Умный текстиль для экстремальных профессий: от концепции к прототипу // Текстильная промышленность. — 2023. — № 5. — С. 28–35.

УДК 004.92

О.В. Токарева, С.В. Фролов, Д.В. Фролов

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

**РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ» ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
В АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ**

Аннотация: в статье рассмотрены этапы разработки и реализации рабочей программы дисциплины «Компьютерная графика и 3D-моделирование». Подчеркивается важность освоения современных инструментов компьютерной графики и 3D-моделирования для эффективного выполнения задач, связанных с обеспечением безопасности и оперативной деятельностью спасательных служб.

Ключевые слова: компьютерная графика и 3D-моделирование, рабочая программа, графические приложения и САД-системы, двухмерная и трехмерная графика, компетенции.

O.V. Tokareva, S.V. Frolov, D.V. Frolov

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE WORKING
PROGRAM OF THE DISCIPLINE «COMPUTER GRAPHICS
AND 3D-MODELING» IN THE DIRECTION OF TRAINING
«INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES»
AT THE ACADEMY OF THE STATE FIRE SERVICE
OF EMERCOM OF RUSSIA**

Abstracts: the article discusses the stages of development and implementation of the working program of the discipline «Computer Graphics and 3D-Modeling». The importance of mastering modern computer graphics and 3-D modeling tools for the effective performance of tasks related to ensuring safety and operational activities of rescue services is emphasized.

Keywords: computer graphics and 3D-modeling, working program, graphic applications and CAD systems, two-dimensional and three-dimensional graphics, competencies.

В современном образовательном процессе без использования информационных технологий трудно представить условия, позволяющие обучающимся приобрести знания и умения для формирования квалифицированного и конкурентоспособного специалиста [1].

Дисциплина «Компьютерная графика и 3D-моделирование» является ключевым элементом профессиональной подготовки обучающихся в направлении «Информационные системы и технологии», обеспечивая формирование прикладных и исследовательских компетенций, необходимых для решения задач визуализации, моделирования и представления пространственных данных в условиях современной цифровой экономики и специализированной деятельности спасательных служб. В условиях быстрого развития графических технологий, методов цифрового моделирования и программных средств, а также возрастания роли информационных систем в обеспечении оперативного управления и принятия решений, актуальность целенаправленного освоения инструментов компьютерной графики в Академии ГПС МЧС России обусловлена как профессиональными потребностями, так и образовательными стандартами высшего и дополнительного образования.

Выпускники, закончившие обучение по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» работают в подразделениях информационных технологий, автоматизированных систем управления и связи, аналитических отделах; пунктах связи подразделений МЧС России, ИТ-структурах муниципальной и региональной администрации [2].

Цель рабочей программы – обеспечить систематическое освоение обучающимися теоретических основ компьютерной графики, практических навыков создания и обработки 2D- и 3D-контента, а также интеграцию полученных знаний в прикладные решения для задач моделирования объектов, сцен и процессов, актуальных для деятельности подразделений противопожарной службы и спасательных формирований. Программа направлена на развитие у обучающихся необходимых компетенций по проектированию и реализации графических приложений, использованию современных CAD-систем инструментов, созданию интерактивной визуализации и подготовке графических материалов для аналитических и презентационных задач.

Рабочая программа предусматривает последовательное построение курса: от базовых понятий и математического аппарата компьютерной графики (координатные преобразования, освещение, текстурирования) – к прикладным разделам (моделирование объектов, 3D-сканирование, подготовка сцен, рендеринг, анимация), а также практической работе с программными средствами и технологиями (модульная практика, лабораторные работы, курсовые проекты). Методы обучения включают лекционно-семинарские занятия, практические занятия в компьютерных классах, проектную деятельность и самостоятельную работу. Контроль достижения результатов осуществляется через

промежуточную и итоговую аттестацию, оценку лабораторных работ, защиту проектов и тестирование практических навыков.

Реализация программы учитывает требования федеральных государственных образовательных стандартов и профессиональных компетенций, адаптированных к специфике подготовки специалистов для Академии ГПС МЧС России: ориентация на прикладные сценарии моделирования в задачах обеспечения безопасности, планирования операций и взаимодействие с профильными дисциплинами и практически ориентированными модулями. Ожидаемые результаты обучения включают способность разрабатывать графические модели и визуализации, применять современные инструменты 3D-моделирования для решения инженерно-аналитических задач, а также эффективно представлять информацию в форме наглядных и интерактивных визуальных объектов.

В соответствии с утвержденной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, уровень бакалавриата на дисциплину «Компьютерная графика и 3D-моделирование» запланировано 4 зачетные единицы (144 часа). Дисциплина реализуется в седьмом семестре четвертого курса обучения. Предполагается, что обучающиеся уже освоили базовые дисциплины (программирование, математика, алгоритмы, инженерную графику), что необходимо для успешного освоения сложных тем компьютерной графики.

Общее количество учебных часов распределяется на контактную и самостоятельную работу в соотношении 1:1. Контактная работа включает в себя лекционные занятия в объеме 18 часов и лабораторные работы в объеме 54 часов. Самостоятельная работа запланирована в объеме 72 часов. Итоговым контролем по дисциплине определен зачет с оценкой.

Рабочая программа дисциплины, которая разработана и утверждена в основной профессиональной образовательной программе высшего образования (ОПОП ВО) Академии ГПС МЧС России содержит основные характеристики: объём, содержание, планируемые результаты, организационно-педагогические условия, формы аттестации.

При составлении рабочей программы дисциплины был определен перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина «Компьютерная графика и 3D-моделирование». Компетенция – это способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определённой области.

Разработанная рабочая программа дисциплины содержит:

- цели освоения дисциплины. Авторский вклад: формирование у обучаемых знаний, умений и навыков использования средств информационных технологий в области компьютерной графики и применению данных знаний в дальнейшей профессиональной деятельности;

- место дисциплины в структуре образовательной программы, связь дисциплины с другими смежными дисциплинами;
- перечень элементов содержания, обеспечивающие формирование компетенций, запланированных в ФГОС ВО;
- взаимосвязанность и последовательную логику всех её разделов;
- рациональное распределение времени по видам учебной работы;
- установленные форматы организации самостоятельной работы, включающие учебные ресурсы для самостоятельного освоения материала;
- формы контроля учебной деятельности обучающихся по дисциплине, для оценки уровня освоения компетенций (или их частей).

Основной профессиональной образовательной программой высшего образования была сформирована компетенция ПК-4, в которую входит индикатор и дескрипторы (таблица) [3].

Таблица. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе изучения дисциплины «Компьютерная графика и 3D-моделирование»

ПК-4: Способен разрабатывать инструкции по эксплуатации технических средств инфокоммуникационных систем и сетей и их программного обеспечения	
ИД-1.ПК-4: Разрабатывает пользовательскую документацию для информационной системы и ее элементов	
Результат 1	Знает и умеет применять стандарты по разработке пользовательской документации
Результат 2	Умеет создавать пользовательскую документацию для информационной системы и ее элементов
Результат 3	Владеет навыками работы в САПР по созданию пользовательской документации для информационной системы и ее элементов

В разделе «Содержание» рабочей программы представлена последовательность прохождения дисциплины, которая состоит из двух разделов. В первом разделе обучающиеся изучают САПР Компас -3D в части касающейся двухмерной графики. Во втором разделе непосредственно работа с 3D-графикой.

Контактные занятия в форме лабораторных работ предполагают активное взаимодействие обучающихся с педагогом, получение обратной связи и разъяснений по возникающим вопросам. Лабораторные работы выстроены поэтапно, начиная с элементарных операций вроде открытия файлов и создания новых чертежей, постепенно переходя к более сложным действиям, таким как построение геометрических тел, нанесение размеров и работа с трехмерными моделями. Такой подход обеспечивает постепенное формирование компетенций и уверенность обучающихся в освоении программы.

Контроль качества обучения обеспечивается посредством отчетов, выполненных в электронном виде с обязательным добавлением скриншотов в Электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС) Академии ГПС МЧС России. Это помогает фиксировать прогресс обучения и выявлять проблемные вопросы.

Интеграция методического материала и комплекс практических задач для обучающихся, в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D необходим для совершенствования преподавания курса инженерной графики в рамках учебного процесса.

Переход на использование отечественной системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D обусловлен решением компании Autodesk прекратить деятельность в России и ввести ограничения на применение системы автоматизированного проектирования для двухмерного и трехмерного проектирования и черчения AutoCAD, ранее применяемого в образовательном процессе. И в свою очередь, в рамках стратегии замещения зарубежных продуктов российскими аналогами запланировано полное внедрение универсальной системы КОМПАС-3D.

Для самостоятельной работы, которая направлена на закрепление полученных знаний и развитие навыков самостоятельного анализа и принятия решений разработаны учебные методические материалы.

Методические материалы по изучению САПР КОМПАС-3D представляют собой комплексную систему, включающую разные формы образовательного процесса. Материалы содержат подробное рассмотрение основ работы в программе, начиная с базовых понятий и заканчивая созданием сборочных чертежей и конструкторских документов. Особое внимание уделяется таким аспектам, как оптимальная настройка среды, построение двумерных и трёхмерных объектов, проектирование деталей и сборок, оформление технической документации, обеспечение точности построений, применение встроенных библиотек и модулей, а также поверхностное моделирование. Всё это сопровождается большим количеством примеров и иллюстраций, облегчающих восприятие теоретической части.

Совокупность применяемых методических материалов создает надежную основу для полноценного овладения системой автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, делая учебный процесс эффективным и комфортным для обучающихся. Таким образом, это отражает важную тенденцию современного образовательного процесса в сфере информационных систем и технологий.

Разработанная рабочая программа с комплексом практико-ориентированных материалов для реализации дисциплины «Компьютерная графика и 3D-моделирование» по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, уровень бакалавриата была адаптирована в учебный процесс, начиная с 2024 года в Академии ГПС МЧС России.

Актуальность и новизна проведения данной работы обосновывалась тем, что компания Autodesk приостановив работу в России, наложила санкции на использование САПР AutoCAD. На фоне целенаправленного импортозамещения отечественными компьютерными программами кафедра механики и инженерной Академии ГПС МЧС России перешла на универсальную систему автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, включив в учебный процесс дисциплины «Компьютерная графика и 3D моделирование» по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, уровень бакалавриата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарева, О. В. Комплексное применение технологий САД-систем в графической подготовке специалистов пожарной безопасности / О. В. Токарева, Д. В. Фролов, И. А. Пустовалов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2025. – Т. 1. – С. 359-363.

2. Академия ГПС МЧС России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://academygps.ru/admission-committee/obshchaya-informatsiya/> (дата обращения 09.02.2026).

3. Академия ГПС МЧС России [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://academygps.ru/sveden/files> (дата обращения 11.02.2026).

УДК 614.84

Е.Ю. Удавцова, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, Е.С. Трещин

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация: Рассмотрены научные работы достижения в области искусственного интеллекта при проектировании систем пожарной безопасности зданий и в мероприятиях по обнаружению и тушению пожаров, а также прогнозированию пожаров и оценке рисков.

Ключевые слова: пожар, искусственный интеллект, нейронные сети.

E.Yu. Udavtsova, E.V. Bobrinev, A.A. Kondashov, E.S. Treshchin

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Abstracts: Scientific works on achievements in the field of artificial intelligence in the design of fire safety systems for buildings and in measures to detect and extinguish fires, as well as fire forecasting and risk assessment are reviewed.

Keywords: fire, artificial intelligence, neural networks

Последние достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) продемонстрировали свой потенциал в проектировании систем пожарной безопасности зданий [1] и огнестойкости конструкции [2], а также в мероприятиях по обнаружению и тушению пожаров [3, 4], эвакуации и управлению чрезвычайными ситуациями [5], анализу динамики пожара и прогнозированию распространения пожара [6], анализу пожарной нагрузки и материальных рисков [7], интеллектуальным системам и кибербезопасности, а также прогнозированию пожаров и оценке рисков [8].

Искусственные нейронные сети обрабатывают входные данные через слои, изучают закономерности в данных и прогнозируют результат. Они оценивают риск пожара, получая такие данные, как температура, плотность дыма и уровень газов в здании, с помощью датчиков. Вероятностные методы также применялись при оценке существующей конструкции пожарной безопасности.

Использование ИИ при проектировании систем пожарной безопасности зданий включает в себя вычислительную структуру, улучшающую точность прогнозирования при моделировании взаимодействия человека и здания в процессе проектирования зданий и интегрированную систему для прогнозирования последствий пожаров и минимизации риска возникновения пожаров.

Модели обнаружения пожара на основе сверточных и глубоких нейронных сетей использованы для:

- обнаружения пожара путем классификации объектов и извлечения признаков из данных изображения;
- обнаружение дуговых замыканий в низковольтных системах для раннего выявления электрических пожаров;
- обнаружения обрушившихся или сгоревших зданий в труднодоступных районах, пострадавших от стихийных бедствий, с помощью беспилотных летательных аппаратов;
- для обнаружения огня и дыма с помощью камеры;
- для раннего обнаружения пожаров с использованием газовых и атмосферных датчиков;

Эвакуация и управление чрезвычайными ситуациями включает в себя:

- оптимизацию времени эвакуации на станциях метро с помощью видеоотслеживания в виртуальной реальности;
- оптимизацию процессов эвакуации и стратегий быстрого отступления в общественных зданиях;
- динамическое руководство процессами эвакуации в чрезвычайных ситуациях и определяющая наиболее безопасные пути эвакуации внутри здания;

- анализ ширины выходов, конструкции дверей и движения толпы для оптимизации процессов эвакуации;
- анализ моделей движения пешеходов для понимания индивидуальной динамики движения во время эвакуации и улучшения организации эвакуации;
- моделирование реакции людей на эвакуацию во время пожара;
- оценку темпов эвакуации для мониторинга эвакуации из зданий при пожаре и анализа поведения людей;
- планирование эвакуации путем определения указателей эвакуации, дверей и лестниц в чрезвычайных ситуациях;
- определение наиболее безопасного маршрута эвакуации на основе текущей ситуации с пожаром для оптимизации процессов эвакуации;
- поддержку мобильных устройств, определяющая наиболее безопасный и короткий маршрут эвакуации с учетом индивидуальных характеристик и динамических условий окружающей среды;
- анализ навигационных предпочтений отдельных лиц для понимания и моделирования поведения при эвакуации и оптимизации стратегий эвакуации с помощью моделирования;
- обнаружение чрезвычайных ситуаций, оценку местоположения отдельных лиц, прогноз распространения огня и предложение пользователю наиболее безопасного маршрута эвакуации через сеть, поддерживаемую Интернетом.

Анализ динамики пожара и прогнозирование его распространения включает в себя:

- оценку риска обрушения стальных каркасных зданий при пожаре;
- распространение дыма внутри здания в режиме реального времени;
- прогнозирования источника и интенсивности пожара внутри здания;
- имитацию температурных выходных данных для прогнозирования распространения пожара;
- выявление признаков вспышки пламени и прогнозирование момента достижения пожаром точки вспышки путем мониторинга его распространения в ходе экспериментов в реальном помещении;
- оценку изменений температуры при пожаре с использованием распределенных волоконно-оптических датчиков.

Анализ пожарной нагрузки и материальных рисков включает в себя:

- оценку повреждений зданий путем определения и прогнозирования прочности на сжатие геополимерного бетона, подверженного воздействию высоких температур;
- оптимизацию теплоотвода и охлаждения для снижения риска теплового разгона и возгорания в литий-ионных аккумуляторных системах;
- прогнозирование кинетики пиролиза с целью оценки пожарной опасности различных изоляционных материалов в зданиях.

Использование искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности обладает огромным потенциалом при решении сложных, многомерных и нечетко определенных проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smart performance-based design for building fire safety: prediction of smoke motion via AI / L.C. Su, X. Wu, X. Zhang, X. Huang // *Journal of Building Engineering*. – 2021. – V. 43. – P. 102529. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102529>.
2. Naser, M.Z. (). Mechanistically Informed Machine Learning and Artificial Intelligence in Fire Engineering and Sciences / M. Z. Naser // *Fire Technology*. – 2021. – V. 57. – P. 2741–2784. <https://doi.org/10.1007/s10694-020-01069-8>.
3. Torabian, M. Fire detection based on fractal analysis and spatio-temporal features / M. Torabian, H. Pourghassem, H. Mahdavi-Nasab // *Fire Technol.* – 2021. – V. 57. – P. 2583–2614. <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01129-7>.
4. Artificial Intelligence tool for fire safety design (IFETool): Demonstration in large open spaces / Y. Zeng, X. Zhang, L. Su et al. // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2022. – V. 40. – P. 102483. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102483>.
5. Yang, P.; Sun-Wei, L.; Zhen-Zhong, H. A self-learning dynamic path planning method for evacuation in large public buildings based on neural networks / P. Yang, L. Sun-Wei, H. Zhen-Zhong // *Neurocomputing*. – 2019. – V. 365. – P. 71–85. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.06.099>
6. A metaverse-based teaching building evacuation training system with deep reinforcement learning / J. Gu, J.Wang, X. Guo et al. // *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Systems*. – 2022. – V. 53. – P. 2209–2219. DOI: 10.1109/TSMC.2022.3231299
7. Numerical investigation on the thermal management of lithium-ion battery system and cooling effect optimization / A. Li, A.C.Y. Yuen, W. Wang et al. // *Appl. Therm. Eng.* – 2022. – V. 215. – P. 118966. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118966>
8. Yıldız, M.A. Machine Learning for Fire Safety in the Built Environment: A Bibliometric Insight into Research Trends and Key Methods / M.A. Yıldız // *Buildings*. – 2025. – V. 15. – P. 2465. <https://doi.org/10.3390/buildings15142465>

УДК 532.5

Р.Р. Усманова, П.И. Селенок, С.С. Дамбаева

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИАМЕТРА
НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ
СОПРОТИВЛЕНИЕ И ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ
ПРИ ДОСТАВКЕ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ
НА РАЗЛИЧНЫЕ РАССТОЯНИЯ**

Аннотация: работа направлена на экспериментальное исследование гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов диаметром 45 мм и 77 мм в контексте оптимизации тактико-технических характеристик пожаротушения. В развитии технологий связанных со средствами тушения и доставки огнетушащих веществ в структуре пожарной охраны МЧС России, требует детальное изучение способов и методов решения этих задач. Собрали соответствующую информацию, сопоставленную с ее теоретическими и практическими факторами, влияющие на эффективность подачи воды и пенных растворов через рукавные линии различного диаметра. Обоснована практическая значимость оптимизации рукавных систем для повышения оперативной готовности пожарных подразделений и эффективности ликвидации возгорания различных категорий сложности.

Ключевые слова: Гидравлическое сопротивление, сопротивление по длине, пожарные напорные рукава, насос, мерная бочка, манометр, ствол типа А, электромагнитный расходомер, рулетка.

R.R. Usmanova, P.I. Selenok, S.S. Dambaeva

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRESSURE
FIRE HOSE DIAMETER ON HYDRAULIC RESISTANCE
AND TRANSFER CAPACITY WHEN DELIVERING EXTINGUISHING
AGENTS TO DIFFERENT DISTANCES**

Abstracts: The work is aimed at an experimental study of the hydraulic resistance of pressure fire hoses with a diameter of 45 mm and 77 mm in the context of optimizing the tactical and technical characteristics of fire extinguishing. The development of technologies related to fire extinguishing and delivery of fire-extinguishing agents in the structure of the Russian Ministry of Emergency Situations requires a detailed study of the methods and techniques for solving these problems. We have collected relevant information and compared it with its theoretical and practical factors that affect the efficiency of water and foam solution delivery through hose lines of different diameters. The practical significance of optimizing hose systems for increasing the operational readiness of fire departments and the effectiveness of extinguishing fires of various categories of complexity has been substantiated.

Keywords: Hydrodynamic resistance, length resistance, fire pressure hoses, pump, measuring barrel, pressure gauge, type A barrel, electromagnetic flowmeter, roulette.

Одной из главных угроз для жизни, здоровья и экономики являются пожары. Критически важным элементом для их устранения выступают рукавные системы предназначенные для доставки и транспортировки огнетушащих веществ и пенообразователей к месту возгорания.

На вооружении пожарной охраны состоят напорные, всасывающие и напорно-всасывающие рукава имеющие определенный спектр применения рис. 1.

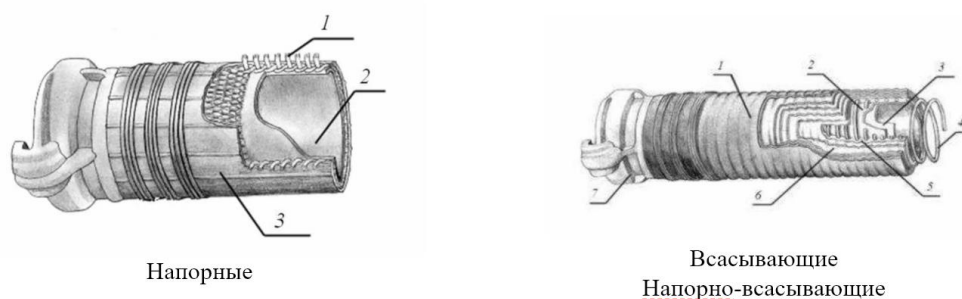


Рис. 1. Виды рукавов

Эффективность пожарных подразделений определяется скоростью и гибкостью рукавных систем и их способностью обеспечивать конкретные параметры подачи воды. Одним из основных факторов, показывающих нам возможности оперативного реагирования, является гидравлическое сопротивление. Оно обуславливает значительные потери напора при транспортировке воды и пенных растворов на большие расстояния.

По данным МЧС России, в 2025 году на территории Российской Федерации зарегистрировано 317 311 пожаров, что на 8,7 % меньше по сравнению с аналогичным периодом за 2024 год. При этом на боевое развертывание пожарных подразделений уходит в среднем 8-12 минут с момента прибытия [6]. Значительная часть этого времени расходуется на прокладку рукавных линий и достижение необходимого напора для эффективности подачи огнетушащих веществ. Исходя из новых данных в области пожарной безопасности, можно сделать вывод, что потери напора могут достигать 30-45 % от первоначального давления, создаваемого насосом, при использовании рукавов малого диаметра на больших расстояниях. В следствии значительного снижения дальность и интенсивность подачи огнетушащих веществ, так же особенно актуально при тушении пожаров на объектах в местах с затруднительными подъездными путями, зданий повышенной этажности и промышленных комплексов.

Улучшение гидравлических характеристик пожарных рукавов является необходимостью по следующим факторам:

- Современные высотные здания требуют доставки огнетушащих веществ на высоту, превышающие 50-70 м.
- На обширных промышленных площадках расстояние от пожарной машины до места возгорания может достигать 300-500 м.
- Для борьбы со сложными пожарами необходима высокая скорость и объем подачи воды.
- Важно снизить энергопотребление и нагрузку на насосное оборудование пожарной техники.
- Существует стремление к минимизации времени, затрачиваемого на развертывание пожарных подразделений МЧС России.

Гидравлическое сопротивление рукавов определяется комплексом взаимосвязанных параметров, включающих внутренний диаметр рукава, его длину, шероховатость внутренней поверхности, скорость потока огнетушащего вещества и его физико-химические свойства. Классическая формула Дарси-Вейсбаха, применяемая для расчета потерь напора в трубопроводах, демонстрирует обратную зависимость гидравлических потерь от пятой степени диаметра рукава, что делает вопрос выбора оптимального диаметра критически важным.

$$h_T = \lambda_T \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$$

В течении последнего времени пожарные подразделения в эксплуатации напорных рукавов распространены такие диаметры, как 51 мм (для магистральных линий) и 150 мм (для подачи больших объемов воды). Но несмотря на это, рукава диаметром 45 мм, которые ранее считались не актуальными и пригодными только в ограниченном применении, вновь заинтересованы своим малым весом, компактностью и удобством в использовании при отдельных сценариях тушения.

Основной задачей современных исследований является определение соотношения между диаметром и гидравлическими характеристиками, массогабаритными параметрами и эксплуатационными свойствами. Необходимо четко понимать, когда можно пожертвовать сложностью прокладки ради скорости, используя рукав меньшего диаметра, и когда, напротив неизбежно приходится идти на трудоемкость ради обеспечения пропускной способности магистральных линий большого диаметра.

Для комплексного анализа гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов было организовано экспериментальное исследование на базе учебной лаборатории. Эксперимент предусматривал сравнительное испытание рукавов при различных режимах работы насоса и длинах рукавов.

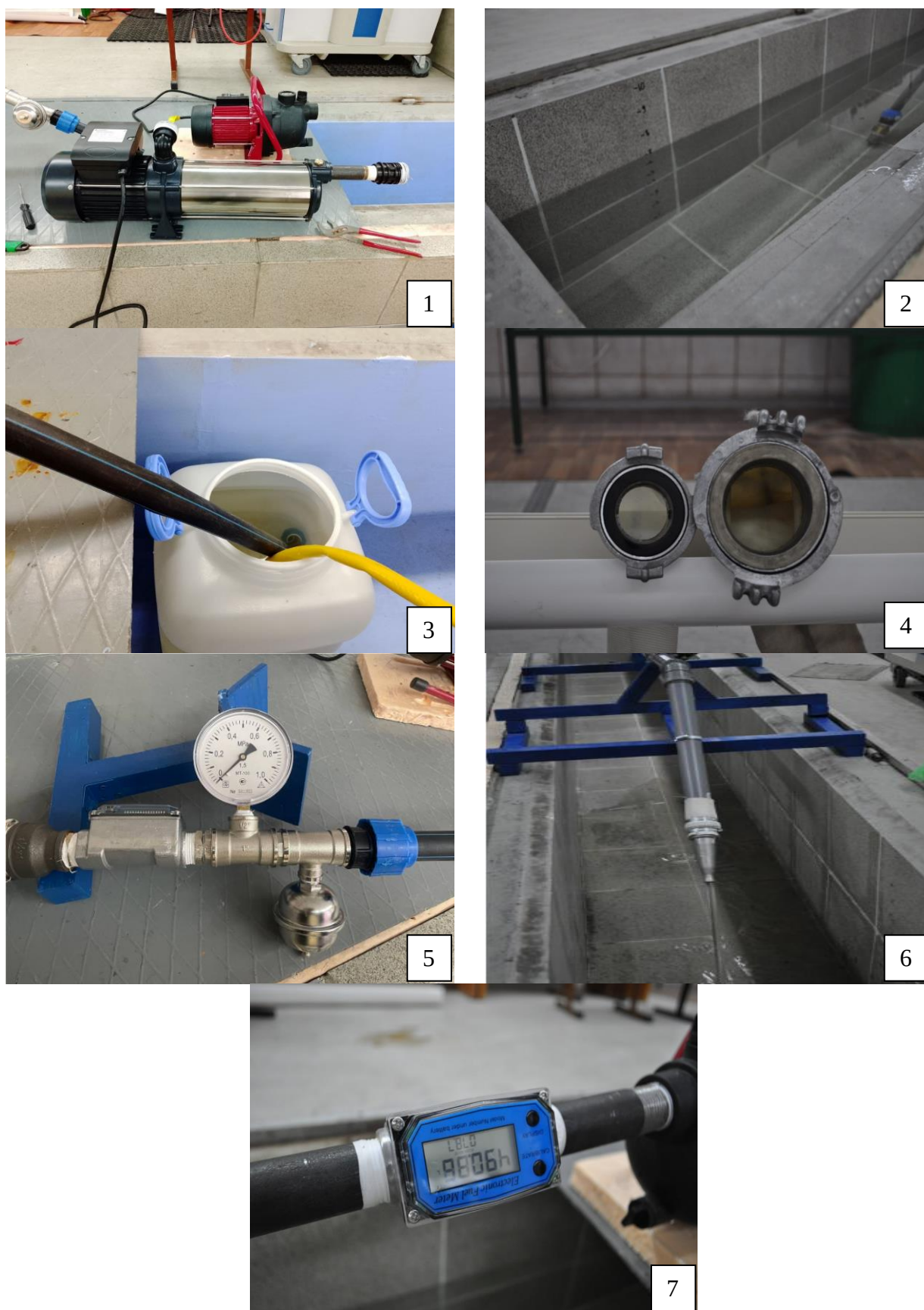


Рис. 2 Экспериментальная установка

Методика эксперимента основывалась на ГОСТ 34779-2021 Техника Пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. Для обеспечения достоверности результатов использовалось оборудование, включающее манометры с точностью измерения 0,1 бар и электромагнитный расходомер с погрешностью не более 1,5 %.

Экспериментальная установка включала в себя:

- Насос (1)
- Резервуаров со шкалой уровня воды (2)
- Мерной бочки (3)
- Комплект пожарных рукавов диаметром 45мм и 77мм (4)
- Систему точек в виде манометров для измерения на входе и выходе (5)
- Пожарный ствол типа А (6)
- Измерительные приборы фиксации параметров потока в режиме реального времени (7)

Испытания проводились с использованием в качестве огнетушащего вещества водопроводной воды, что соответствует реальным условиям при выполнении пожаротушения. Испытание каждого рукава проводилась трижды для усреднения значения.

В ходе первого наблюдения была рассмотрена зависимость потерь напора от длины рукавной линии при постоянном расходе воды. Рукавные линии прокладывались на ровной горизонтальной поверхности воссозданной для экспериментальной установки при помощи уровней были сварены специальные держатели и проходили замеры на длину 20, 40, 60, 80, 100 и 120 метров.

Таблица 1. Результаты гидравлических характеристик

Длина линии (м)	Потери напора 45 мм (бар)	Потери напора 77 мм (бар)	Разница (бар)	Разница (%)
20	0,8	0,2	0,6	75,0
40	1,6	0,4	1,2	75,0
60	2,4	0,6	1,8	75,0
80	3,2	0,8	2,4	75,0
100	4,0	1,0	3,0	75,0
120	4,8	1,2	3,6	75,0

Полученные данные наглядно иллюстрируют, что при использовании рукавов диаметром 45 мм потери напора в 4 раза превышают аналогичные показатели для рукавов диаметром 77 мм при одинаковых условиях эксплуатации. Линейный характер зависимости потерь от длины линии соответствует теоретическим моделям гидравлического расчета подтверждает корректность экспериментальной методики.

Вторая часть направлена на исследование влияния расхода воды на величину гидравлических потерь. Для рукавных линий длиной 60 метров расход воды имел диапазон от 3 до 15 л/с путем производительности насосов и ствола типа А.

Результаты показали зависимость потерь напора от расхода, что в свою очередь полностью согласуется с уравнением гидродинамики и формулой упомянутой выше.

Таблица 2. Зависимость потерь напора от расхода воды

Расход (л/с)	Потери напора 45 мм (бар)	Потери напора 77 мм (бар)	Соотношение
3	0,5	0,1	5,0
5	1,4	0,3	4,7
7	2,4	0,6	4,0
9	3,8	0,9	4,2
11	5,5	1,3	4,2
13	7,6	1,8	4,2
15	10,0	2,4	4,2

Особенно показательным является тот факт, что при расходе воды 15 л/с и длине 60 метров потери напора в рукаве 45 мм достигают до 10 бар, что на практике составляет весь рабочий диапазон пожарных насосов. Таким образом использование при большом объеме огнетушащего вещества нецелесообразно.

На основании результатов были сформированы рекомендации по применению в зависимости от условий и спектра задач. Для оптимального выбора рукавной системы, для будущей линии должны быть учтены тактические ситуации, расстояние до очага, требуемая интенсивность подачи вещества и ресурсов для развертывания.

Рукав диаметром 45 мм возможно применять для:

- Тушения пожаров на начальной стадии с расходом воды не более 5 л/с.
- Работы в ограниченных пространствах, где малый вес и компактность станет преимуществом.
- Применение на расстояниях до 40 метров от места установки, например для пролива сухой листвы, тлеющих торфяных месторождений.
- Использование на объектах с высокой плотностью застройки, где необходима скорость и маневренность.

Рукава номинальным диаметром 77 мм представляют оптимальное решение для практически любых стандартных операций:

- Обеспечение работы лафетных стволов и стволов-распылителей.
- Организация разветвленных схем подачи огнетушащего вещества.

Таким образом рационально применяют рукава 77 мм для участков магистральных линий, а 45 мм для рабочих. Такой подход позволит минимизировать общие потери напора в системе при сохранении маневренности и удобства работы ствольщиков. Можно предположить что при использовании схемы развертывания магистральная линия представляющая рукав 77 мм с допустимой длиной 100 метров и проложенная далее рабочая линия диаметром 45 мм с допустимой длиной 25 метров, в сумме даст потерю напора предположительно равную 1,5- 2 бар.

Адаптация таких схем значительно улучшит эффективность действий по ликвидации очагов возгорания в разы.

Заключение

Проведенное экспериментальное исследование гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов диаметром 45 мм и 77 мм позволяет сформулировать ряд значимых выводов по оптимальному применению на практике. Установлено, что потери напора в рукавах диаметром 45 мм в 4 раза превышают аналогичные показатели для рукавов диаметром 77мм при одинаковых условиях эксплуатации. Однако эта разница становится критически важной при организации подачи огнетушащих веществ.

Результаты исследования демонстрируют, что рукава меньшего диаметра сохраняют свою актуальность для ситуаций, направленных на быстрое развертывание и маневренность, в то время как рукав 77 мм направлен для обеспечения высокой интенсивности подачи огнетушащих веществ.

Внедрение комбинированных схем прокладки рукавных линий позволит достичь баланса между гидравлической эффективностью и оперативностью.

Дальнейшее исследование по данному направлению целесообразно проводить для изучения влияния различных типов огнетушащих веществ на гидравлические характеристики рукавов, так же на анализ эффективности применения материалов для снижения внутреннего сопротивления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ. О пожарной безопасности.
2. Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
3. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность.
4. ГОСТ 34779-2021 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2025 году». – Москва: МЧС России, 2026. - 184 с.

УДК 614.844

Р.Р. Усманова, Е.А. Шпинева, П.С. Мишина

Академия Гражданской Защиты МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В НАПОРНЫХ РУКАВАХ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ И НАТУРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ

Аннотация: В работе представлен обзор актуальных исследований, посвящённых гидравлическому сопротивлению напорных пожарных рукавов из синтетических материалов. Описаны физико-механические характеристики синтетических волокон, применяемых в производстве рукавов — полиэфирных (ПЭТ), полиамида 66 и сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Приведены результаты экспериментального определения коэффициентов гидравлического сопротивления для рукавов с разными типами внутренних облицовок (резиновой, полиуретановой, ПВХ-покрытием). Значительное внимание уделено воздействию вязкоупругих свойств синтетических материалов на переходные гидродинамические режимы, в частности на явление гидроудара. Установлены основные сферы целесообразного использования синтетических пожарных рукавов с учётом их конструктивных параметров и эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: напорные пожарные рукава, полимерные синтетические материалы, гидравлическое сопротивление, потери напора, вязкоэластичность, гидродинамический удар.

R.R. Usmanova, E.A. Shpineva, P.S. Mishina

DETERMINATION OF HYDRAULIC LOSSES IN PRESSURE HOSES MADE OF SYNTHETIC AND NATURAL MATERIALS AND ESTABLISHMENT OF THEIR OPERATIONAL SUITABILITY LIMITS

Abstracts: This paper presents a review of current research on the hydraulic resistance of synthetic fire pressure hoses. The physico-mechanical characteristics of synthetic fibers used in hose manufacturing—polyester (PET), polyamide 66, and ultra-high molecular weight polyethylene—are described. The results of experimental determinations of hydraulic resistance coefficients for hoses with different types of inner linings (rubber, polyurethane, PVC coating) are presented. Considerable attention is paid to the effect of the viscoelastic properties of synthetic materials on transient hydrodynamic regimes, in particular on the water hammer phenomenon. The main areas of practical application of synthetic

fire hoses are established, taking into account their design parameters and operational properties.

Keywords: fire pressure hoses, polymeric synthetic materials, hydraulic resistance, head losses, viscoelasticity, hydrodynamic shock (water hammer).

Цель работы: Исследовать, какое влияние оказывают натуральные и синтетические материалы пожарных рукавов на их гидравлическое сопротивление в области пожаротушения. Определить область применения каждого типа рукава.

1.1 Нормативная база и технические требования

Производство пожарных напорных рукавов из синтетических материалов регламентируется ГОСТ 7877-75 «Рукава пожарные напорные прорезиненные из синтетических нитей. Общие технические условия». Данный стандарт распространяется на пожарные напорные рукава из синтетических нитей, покрытые изнутри слоем резины, привулканизированной к ткани рукава.

Согласно требованиям ГОСТ, ткань рукавов (чехол) должна вырабатываться из термостабилизированных синтетических нитей. Стандартом установлены следующие основные параметры рукавов (табл.1):

*Таблица 1. Основные параметры пожарных напорных рукавов
из синтетических нитей*

Внутренний диаметр, мм	Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	Испытательное давление, МПа (кгс/см ²)	Масса 100 м, кг, не более
51,0	1,6 (16)	2,0 (20)	50,0
66,0	1,6 (16)	2,0 (20)	64,0
77,0	1,6 (16)	2,0 (20)	75,0
89,0	1,4 (14)	1,8 (18)	90,0
110,0	1,4 (14)	1,6 (16)	115,0
150,0	1,2 (12)	1,4 (14)	170,0

Важной характеристикой является морозостойкость резинового покрытия. ГОСТ устанавливает, что резина должна быть морозостойкой при температуре не выше минус 40°C, а для районов Крайнего Севера и Сибири – не выше минус 50°C. Прочность связи резины с тканью рукава должна составлять не менее 0,5 МПа (5 кгс) для рукавов 1-го сорта.

Современные синтетические пожарные рукава представляют собой многослойную конструкцию, состоящую из: несущего каркаса (чехла), выполняемого методом кругового ткачества из высокопрочных синтетических нитей, внутреннего герметизирующего слоя (камеры), обеспечивающего водонепроницаемость.

В качестве материала для несущего каркаса применяются полиэфирные волокна (ПЭТ) и полиамидные нити, обеспечивающие высокую прочность приблизительно небольшой массе. Внутренний слой выполняется из резино-

вых смесей на основе натурального или синтетического каучука, привулканизированных к ткани.

2. Гидравлические сопротивления в пожарных рукавах

2.1 Теоретические основы гидравлических потерь

При движении воды по пожарным рукавам возникают потери напора, обусловленные гидравлическим сопротивлением. Эти потери разделяются на:

линейные потери – потери по длине рукава, возникающие вследствие трения жидкости о стенки;

местные потери – потери, возникающие при изменении скорости и направления движения потока (в соединительных головках, разветвлениях и т.д.).

Для практических расчетов потери напора в рукавной линии определяются по формуле:

$$h_p = S \cdot Q^2 \quad h_p = S \cdot Q_2, \quad (1)$$

где h_p – потери напора в рукавной линии (м);

S – сопротивление рукавной системы;

Q – расход воды (л/с).

Сопротивление рукавной системы зависит от типа рукавов, их диаметра и длины, а также от схемы соединения (последовательное или параллельное).

2.2 Удельное сопротивление рукавов

В пожарно-тактических расчетах используется понятие удельного сопротивления рукавов. Согласно справочным данным, величины удельного сопротивления для рукавов различных типов и диаметров составляют:

Таблица 2. Удельное сопротивление рукавов (s)

Диаметр рукава, мм	Непрорезиненные рукава	Прорезиненные рукава
51	0,0120	0,00677
66	0,00385	0,00172
77	0,00150	0,00077

Как видно из таблицы, прорезиненные рукава из синтетических материалов обладают значительно меньшим гидравлическим сопротивлением по сравнению с непрорезиненными. Это объясняется высокой гладкостью внутренней поверхности, обеспечиваемой резиновым покрытием.

2.3 Потери напора в рукавных линиях

Для практического использования разработаны таблицы потерь напора в рукавных линиях различной длины при работе с пожарными стволами. В таблице 3 представлены данные для рукавов диаметром 51 мм и 66 мм при работе со стволами с насадкой 13 мм и 16 мм.

Таблица 3. Потери напора в рукавных линиях (м вод. ст.)

Длина рукавной линии, м	Рукава d=51 мм, ствол с насадкой 13 мм	Рукава d=66 мм, ствол с насадкой 13 мм
50	4,3	1,4
100	8,6	2,8
200	17,3	5,6
300	26,0	8,4
400	34,6	11,2
500	43,2	14,1

Анализ данных показывает, что при увеличении диаметра рукава с 51 мм до 66 мм потери напора снижаются примерно в 3 раза, что делает применение рукавов большего диаметра предпочтительным при прокладке магистральных линий на большие расстояния.

2.4 Расчет предельной длины рукавной линии

Для определения максимальной длины рукавной линии, которую может обслужить один пожарный насос, используется формула [3]:

$$n_p = H - z \quad s_p \cdot Q^2 n_p = s_p \cdot Q^2 H - z, \quad (2)$$

где n_p – предельное количество рукавов;

H – напор на насосе (м);

z – высота подъема местности и стволов (м);

s_p – сопротивление одного рукава;

Q – расход воды (л/с).

Полученное количество рукавов умножается на длину одного рукава (обычно 20 м), что позволяет определить предельное расстояние подачи воды.

Пример расчета: при напоре на насосе 95 м вод. ст., работе двумя стволами с расходом 2,7 л/с каждый и использовании рукавов диаметром 66 мм с сопротивлением 0,00172, потери напора в магистральной линии длиной 300 м составляют 8,4 м, что позволяет обеспечить эффективную подачу воды.

3. Экспериментальные исследования гидравлических сопротивлений

3.1 Методика испытаний

Согласно требованиям ГОСТ 7877-75, испытания пожарных рукавов на гидравлическое давление проводятся с использованием гидравлического насоса при постепенном повышении давления внутри рукава. Один конец рукава соединяется с насосом, снабженным контрольным манометром, а другой заглушается воздушным клапаном.

Процедура испытаний включает:

Медленное наполнение рукава водой для удаления воздуха;

Подъем давления до рабочего в течение 2 минут и выдержка 2 минуты;

Снижение давления до нуля;

Постепенное повышение давления до испытательного в течение 3 минут;

Выдержка под испытательным давлением 3 минуты.

Рукава 1-го сорта не должны иметь влажных мест от скрытых свищей. Для рукавов 2-го сорта допускается наличие не более трех влажных мест на длину рукава.

3.2 Результаты исследований потерь напора

В результате экспериментальных исследований установлено, что синтетические прорезиненные рукава демонстрируют следующие характеристики:

коэффициент гидравлического сопротивления остается стабильным в диапазоне рабочих давлений; потери напора имеют квадратичную зависимость от расхода воды; гладкость внутренней поверхности обеспечивает снижение потерь на 30-40 % по сравнению с непрорезиненными рукавами.

Важным фактором является также влияние изгибов рукавной линии. Исследования показывают, что при криволинейной прокладке рукавов потери напора возрастают на 10-15 % по сравнению с прямолинейной.

4. Области применения синтетических пожарных рукавов

4.1 Муниципальные пожарные службы

Синтетические пожарные рукава широко применяются в деятельности подразделений МЧС России. Их высокая прочность и устойчивость к износу позволяют эффективно использовать рукава в условиях городской застройки, где велика вероятность механических повреждений. Основные преимущества:

меньшая масса по сравнению с рукавами из натуральных волокон (снижение нагрузки на пожарных);

устойчивость к воздействию нефтепродуктов и химических реагентов;

сохранение работоспособности при отрицательных температурах.

4.2 Промышленное пожаротушение

На промышленных объектах, особенно нефтеперерабатывающих и химических предприятиях, применяются синтетические рукава с облицовкой из нитрильного каучука (NBR), обеспечивающие защиту от воздействия агрессивных сред. Такие рукава сертифицируются для работы:

нефтепродуктами;

кислотами и щелочами;

растворителями.

4.3 Лесное и ландшафтное пожаротушение

Для тушения лесных пожаров разработаны специализированные синтетические рукава, сочетающие малую массу с высокой прочностью. Особенности применения:

гибкость при низких температурах (до -55°C), критически важная для использования в условиях холодного климата;

компактность при свертывании, обеспечивающая эффективное транспортирование;

комплектация быстросъемными соединениями для оперативного наращивания рукавных линий в полевых условиях.

4.4 Морской и авиационный транспорт

На морских судах используются синтетические рукава, устойчивые к воздействию соленой воды и морской атмосферы. Для авиационного пожаротушения разрабатываются рукава с пониженной массой, обеспечивающие эффективную подачу огнетушащих веществ при минимальных затратах на транспортирование.

5. Практические рекомендации по использованию

5.1 Выбор типа рукава

При выборе синтетических пожарных рукавов необходимо учитывать:

Диаметр рукава: для магистральных линий на большие расстояния рекомендуется использовать рукава диаметром 77–89 мм, для рабочих линий – 51–66 мм.

Температурный режим эксплуатации: для северных регионов следует выбирать рукава с маркировкой «М», гарантирующей работоспособность при температуре до минус 50 °С.

Химическую стойкость: при работе с агрессивными средами необходимы рукава со специальным внутренним покрытием.

5.2 Особенности прокладки рукавных линий

Для минимизации гидравлических потерь рекомендуется:

избегать резких перегибов и заломов рукавов;

не допускать сдавливания рукавов тяжелыми предметами или наезда транспорта;

при прокладке на большие расстояния использовать способ перекачки.

5.3 Расчет требуемого напора

При определении требуемого напора насоса необходимо учитывать:

потери напора в магистральной рукавной линии;

потери напора в рабочих рукавных линиях;

высоту подъема стволов над осью насоса;

высоту всасывания (при заборе воды из открытого водоема).

Формула для расчета:

$$H = h_p + H_c + z_1 + z_2 + h_{вн} = h_p + H_c + z_1 + z_2 + h_{в}, \quad (3)$$

где h_p – потери напора в рукавной системе;

H_c – свободный напор перед стволом;

z_1 – высота подъема стволов;

z_2 – высота всасывания;

$h_{вн}$ – потери во всасывающей линии.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

Пожарные напорные рукава из синтетических материалов, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 7877-75, обладают улучшенными гидравлическими характеристиками по сравнению с традиционными рукавами. Удельное сопротивление прорезиненных рукавов составляет 0,00677 ($d=51$ мм) и 0,00172 ($d=66$ мм), что в 1,8-2,2 раза ниже, чем у непрорезиненных.

Гидравлические потери в рукавных линиях имеют квадратичную зависимость от расхода воды и обратно пропорциональны диаметру рукава. При увеличении диаметра с 51 мм до 66 мм потери напора снижаются в 3 раза. Области применения синтетических пожарных рукавов охватывают муниципальные и промышленные пожарные службы, лесное пожаротушение, морской и авиационный транспорт. Выбор конкретного типа рукава определяется условиями эксплуатации, включая температурный режим, химическую стойкость и требуемую пропускную способность.

Для эффективного использования синтетических рукавов необходимо учитывать их гидравлические характеристики при проведении пожарно-тактических расчетов, включая определение предельной длины рукавной линии и требуемого напора насоса. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на изучение влияния вязкоупругих свойств синтетических материалов на переходные гидравлические процессы, а также на совершенствование методов расчета насосно-рукавных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная тактика: Учебно-методическое пособие по дисциплине / Академия ГПС МЧС России. – М., 2024. – Тема 5.9. Работа насосно-рукавных систем.
2. ГОСТ 7877-75. Рукава пожарные напорные прорезиненные из синтетических нитей. Общие технические условия. – М.: Стандартиформ, 1976. – 15 с.
3. Расчет насосно-рукавных систем // Противопожарное водоснабжение населенных пунктов и промышленных объектов: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2023.
4. Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2022. – Приложение: Таблицы удельного сопротивления рукавов.
5. Алешков М.В., Гусев И.А., Холостов А.Л. Определение тактических возможностей установок пожаротушения с гидроабразивной резкой при подаче огне-тушащих веществ на объектах энергетики // Пожарная безопасность. – 2018. – № 2. – С. 29-35.
6. Техническая документация на рукава пожарные напорные из синтетических материалов. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2024.
7. Абрамов В.А., Пелевин В.А., Безбородько М.Д. Гидравлика и гидравлические машины в пожарном деле: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. – 280с.

УДК 614.841.41

А.Н. Федорова, В.Г. Спиридонова, О.Г. Циркина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ МЯГКИХ ИГРУШЕК

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос оценки пожарной опасности набивных материалов, используемых для изготовления мягких игрушек. Представлены результаты определения воспламеняемости и скорости распространения пламени натуральных и синтетических материалов для внешней тканевой оболочки игрушек. Проанализированы данные по пожароопасным свойствам набивных материалов для игрушек.

Ключевые слова: текстильные материалы, мягкие игрушки, наполнители, пожарная опасность, скорость распространения пламени.

A.N. Fedorova, V.G. Spiridonova, O.G. Tsirkina

STUDY OF FIRE-HAZARDOUS PROPERTIES OF FILLERS FOR SOFT TOYS

Abstracts: the article discusses the assessment of fire hazard of stuffing materials used for the production of soft toys. The results of determination of flammability and rate of flame propagation of natural and synthetic materials for the outer fabric shell of toys are presented. The data on fire hazard properties of stuffing materials for toys are analyzed.

Keywords: textile materials, soft toys, fillers, fire hazard, flame spread rate.

Мягкие игрушки – неотъемлемая часть многих помещений: детских комнат в квартирах и частных домах, развлекательных комнат в торговых центрах, торговых и складских площадях в детских магазинах. В связи с этим их безопасность требует особого внимания, в том числе в аспекте пожарной безопасности. Набивные материалы составляют значительную часть массы изделия и могут существенно влиять на динамику развития пожара в помещении.

Большое количество мягконабивных игрушек присутствует в торговых центрах, в том числе в детских игровых комнатах, а также зданиях учебно-воспитательного назначения. Статистика пожаров на указанных объектах представлена на рис. 1 [1].

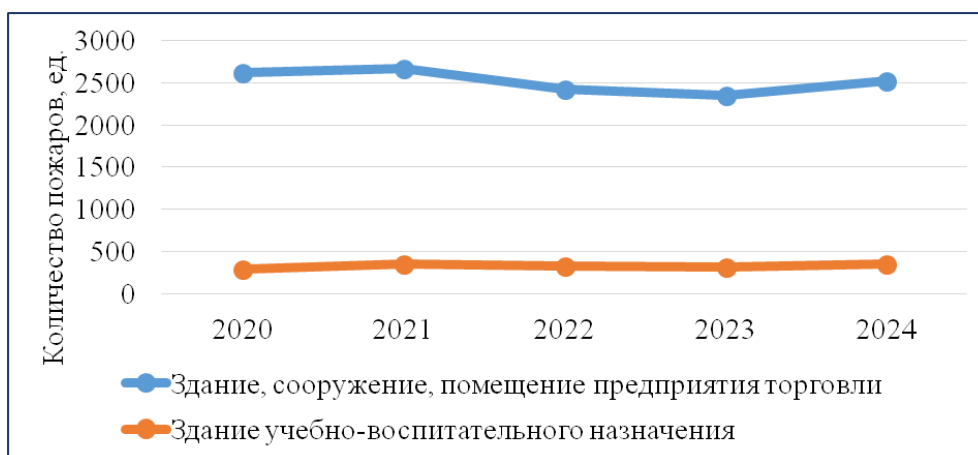


Рис. 1. Статистика пожаров на объектах с большим количеством мягких игрушек

Актуальность исследования обусловлена:

- возможностью воспламенения игрушек от контакта с источниками зажигания малой мощности и распространения пламени по их поверхности;
- необходимостью соблюдения требований Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 008/2011 «О безопасности игрушек» [2];
- ростом ассортимента синтетических набивных материалов на рынке;
- отсутствием систематизированных данных о сравнительной пожароопасности современных набивных материалов.

Данные о пожароопасных свойствах веществ и материалов представлены в базе данных типовой пожарной нагрузки [3], которая не включает в себя свойства и параметры мягких игрушек, что связано с отсутствием обширной экспериментально-теоретической базы. Пожароопасные свойства мягких игрушек, в том числе токсичность продуктов горения, образующихся при их термическом разложении, должны учитываться при расчете пожарных рисков в детских игровых зонах и торговых помещениях. Результаты исследований, опубликованных в научной литературе, показывают, что горение популярных мягких игрушек китайского производства сопровождается выделением фосгена и циановодорода. Помимо указанных газов, различные наполнители способны выделять монооксид углерода и акролеин, токсикологическое воздействие которых происходит при малых концентрациях на начальной стадии развития пожара [4].

Отмечается, что основной вклад в динамику опасных факторов пожара вносит внешняя тканевая оболочка [5]. Исследование текстильных материалов, используемых для пошива мягких игрушек, показало, что все отобранные синтетические и натуральные ткани относятся к легковоспламеняемым. При горении натуральных целлюлозных волокон образуется пепел серого цвета, в то время как синтетические ткани плавятся и образуют падающие горящие капли. Для хлопко-льняных тканей наблюдается прямая зависимость между

поверхностной плотностью и скоростью распространения пламени по поверхности материала. У синтетических тканей аналогичная зависимость прослеживается частично: минимальная горизонтальная и вертикальная скорость распространения пламени отмечены для наиболее плотной ткани «букле», а максимальная – для ткани «вельбоа длинноворсовый», поверхностная плотность которой выше, чем у флиса, плюша и бархата. Такая особенность связана со структурой ткани: длинный ворс 3-5 мм способствует распространению пламени по поверхности материала (табл/ 1).

*Таблица 1. Результаты исследования текстильных материалов
для пошива игрушек*

Наименование ткани	Состав	Поверхностная плотность, г/м ²	Горизонтальная скорость, мм/с	Вертикальная скорость, мм/с
Флис	100 % полиэстер	130	2,89	4,55
Плюш Минки	100 % полиэстер	180	3,37	6,02
Бархат	96 % полиэстер + 4 % эластан	200	3,15	5,67
Вельбоа длинноворсовый	100 % полиэстер	220	3,77	9,55
Букле	100 % полиэстер	320	1,53	4,17
Бязь	100 % хлопок	140	2,84	26,99
Фланель	100 % хлопок	180	2,32	22,9
Лен	100 % лен	260	2,32	17,8
Махровая ткань	100 % хлопок	435	1,08	8,9

В качестве наполнителей для мягких игрушек чаще всего используются нетканые материалы из синтетических волокон: синтепон, холлофайбер, синтепух. Из натуральных материалов предпочтение отдается вате, однако ее применение затрудняется из-за сложности равномерного распределения и высокой гигроскопичности. Для игрушек простой конфигурации в качестве наполнителя применяется поролон. В игрушки с эффектом «антистресс» помещают полистироловые шарики и гречневую лузгу.

Имеющиеся в литературных источниках данные о поведении набивных материалов при воздействии источника зажигания свидетельствуют о том, что большая часть синтетических материалов не поддерживает пламенное горение [6-8]. В случае воспламенения образуются горящие капли, падающие на поверхность других горючих материалов и способствующие распространению пламени. Поролон и вата способны к тлению, что создает угрозу повторного перехода к пламенному горению. Как и другие растительные отходы, гречневая лузга может подвергаться процессам термоокисления при длительном хранении, что особенно опасно в условиях ограниченного объема материала и при наличии факторов, способствующих накоплению тепла (табл. 2).

Таблица 2. Поведение набивных материалов при воздействии пламени

<i>Наименование материала</i>	<i>Характеристика горения</i>	<i>Способность к тлению</i>	<i>Способность к дымообразованию</i>
Вата	Горит быстро, воспламеняется сразу	Тлеет	Выделяет много дыма
Синтепон	При воздействии пламени волокна легко распадаются	Не тлеет	Горение сопровождается ощутимым запахом и незначительным выделением дыма
Синтепух	Горит в пламени, после выноса из пламени самозатухает	Не тлеет	Незначительное выделение дыма
Холлофайбер	Горит с каплепадением, при плавлении самозатухает	Не тлеет	Незначительное выделение дыма
Поролон	Горение протекает неактивно, плавится	Тлеет с выделением едкого дыма	Незначительное выделение дыма
Полистироловые шарики	Воспламеняются при контакте с источником зажигания, поддерживают горение, склонны к самозатуханию	Не тлеет	Выделяют густой черный дым с хлопьями сажи
Гречневая лузга	Плохо горит	Тлеет	Выделяет большое количество дыма

Для определения вертикальной и горизонтальной скорости распространения пламени подготавливались образцы синтепона и ваты. При воздействии источника зажигания малой мощности вата моментально воспламеняется и распространяет пламя по поверхности вертикально со скоростью 75 мм/с, горизонтально – со скоростью 34 мм/с. После прекращения пламенного горения вата продолжает тлеть. Горение сопровождается выделением дыма. Образец синтепона горение не поддерживал. При воздействии источника зажигания материал распадается на волокна и спекается в капли, которые не горят и не опадают. По полученным данным рассчитать скорость распространения пламени не представляется возможным.

Данные по температуре воспламенения набивных материалов показывают, что наименьшее значение отмечается для хлопковой ваты и соответствует температуре воспламенения хлопка, наибольшее – для гречневой лузги. Температуры воспламенения синтетических наполнителей находятся в близком диапазоне. Отмеченные на графике скорости распространения пламени находятся в обратной зависимости от температуры воспламенения материалов (рис. 2).

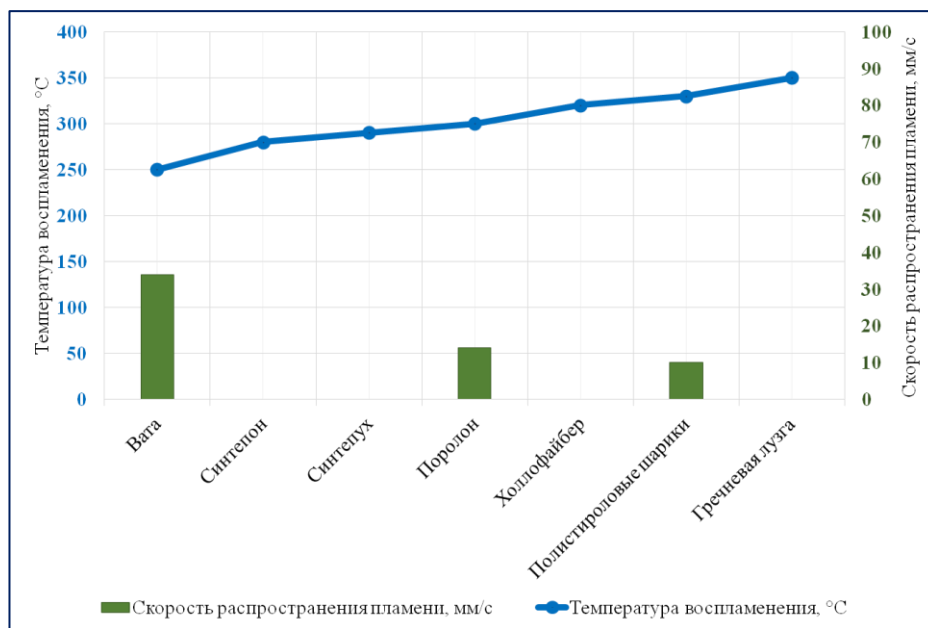


Рис. 2. Пожароопасные свойства набивных материалов для пошива игрушек

Таким образом, материалы, применяемые для пошива мягких игрушек, обладают высокой пожарной опасностью. Несмотря на то, что скорости распространения пламени в вертикальном направлении у тканей из натуральных волокон выше, большую опасность представляют синтетические ткани, способные плавиться и образовывать падающие горящие капли.

Пожароопасные свойства современных наполнителей для игрушек значительно различаются. Применение ваты и поролона при производстве игрушек требует особого внимания из-за их горючести и способности к тлению. Для набивных материалов, поддерживающих пламенное горение, установлено, что между температурой воспламенения и скоростью распространения пламени наблюдается обратно пропорциональная зависимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.
2. ТР ТС 008/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности игрушек».
3. Кошмаров Ю.А., Пузач С.В., Лебедченко О.С., Нгуен Тхань Хай. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. М.: Академия ГПС МВД России, 2021. 148 с.
4. Пузач С.В., Бачурин Д.В., Акперов Р.Г., Болдрушкевич О.Б., Балаев А.А. Образование токсичных газов при горении мягких игрушек в multifunctional

торгово-развлекательных комплексах // Пожаровзрывобезопасность. 2023. № 32 (1). С. 41-50.

5. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. К вопросу оценки пожарной опасности текстильных материалов для изготовления игрушек // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 366-371.

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. Ч. 2. М.: Асс. «Пожнаука», 2004. 774 с.

7. Терминологический словарь одежды: ок. 2000 слов / под ред. Л.В. Орленко. М.: Легпромбытиздат, 1996. 344 с.

8. Акишева Б., Джурина И. Перспективы и безопасность использования вторичного сырья в качестве наполнителя мягких игрушек // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2021. № 60-2. С. 13-17.

УДК 614.84.31

А.Г. Фирсов, М.В. Загуменнова, Е.Н. Малёмина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПРИЧИНЫ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ НА СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ

Аннотация: рассмотрены особенности ложных срабатываний систем пожарной автоматики. Осуществлен статистический анализ данных, характеризующих результаты работы систем передачи данных о пожаре. Предложены изменения в нормативные документы по изменению перечня причин ложных срабатываний.

Ключевые слова: объект защиты, система передачи информации, причины ложных срабатываний, ложный сигнал о пожаре, сигнал о пожаре.

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

CAUSES OF FALSE ALARMS IN FIRE AUTOMATION SYSTEMS AT SOCIALLY SIGNIFICANT PROTECTION FACILITIES

Abstracts: The characteristics of false alarms in fire automation systems have been considered. A statistical analysis of data characterising the performance of fire alarm data transmission systems has been conducted. Changes to regulatory documents regarding the list of causes of false alarms have been proposed.

Keywords: object of protection, information transmission system, causes of false alarms, false fire alarm, fire alarm.

Под системой передачи извещений о пожаре (далее – СПИ) понимается совокупность технических средств, осуществляющих передачу и прием соответствующих извещений о пожаре или технической неисправности на объекте защиты. Они классифицируются по функциональному назначению, информационной емкости, виду используемого канала передачи данных, объему информативности, способу передачи информации, возможности изменения структуры линий связи и резервирования составных частей, направленности передачи информации и формату передаваемого сообщения [3, 5]. Основные требования к проектированию, монтажу, испытанию и эксплуатации СПИ предъявляются соответствующими нормативными документами [1, 2, 4, 6].

Информация о срабатывании поступает через СПИ путем подачи соответствующего сигнала на приемно-контрольный прибор, установленный в помещении дежурного персонала. Для зданий класса функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф4.1, Ф4.2 осуществляется автоматическое дублирование сигналов, передаваемых по СПИ в подразделения пожарной охраны. Сигнал о срабатывании пожарной автоматики поступает одновременно как дежурному персоналу осуществляющего мониторинг объекта защиты, так и в подразделение пожарной охраны, которое должно в обязательном порядке его отработать (выехать к месту вызова).

Количество социально значимых объектов защиты, оборудованных СПИ, постоянно растет. Так количество объектов, оборудованных СПИ, увеличилось с 192 817 ед. в 2024 г. до 196 029 ед. в 2025 г. (прирост составил – 1,7 %). А количество выездов оперативных подразделений пожарной охраны на сигналы о пожаре, поступившие в автоматическом режиме с использованием СПИ, за этот же период снизилось с 159 453 ед. до 137 904 ед. (снижение составило – 13,5 %). Однако если посмотреть структуру выездов, то в среднем за исследуемый период количество выездов на пожары составило всего 5,2 %, а на ложные срабатывания систем пожарной сигнализации – 94,8 %. То есть основное количество выездов пожарной охраны связано с обслуживанием ложных сообщений о пожаре.

По данным статистики системы пожарной сигнализации в 95 % случаев выполняют возложенную на них функцию и только в 5 % эта функция не выполняется. Причины невыполнения в основном связаны с не достижением пожарными датчиками требуемого порога срабатывания – 65 %, неисправностью системы – 28 % и отключением системы – 7%. Что касается работы СПИ, то в 99 % случаев она полностью выполняет возложенные на нее задачи. Соответственно невыполнение функций СПИ составляет не более 1 %. Причины невыполнения функций, возложенных на СПИ связаны с

неисправностью системы – 97 % и отключением системы – 3 %. Из анализа приведенных статистических данных видно, что система пожарной сигнализации и входящая в нее СПИ в более чем в 95 % срабатываний выполняют возложенные на них задачи. То есть передача сигнала о пожаре или ложном пожаре исправно поступает на приемный пункт диспетчера. Однако, как уже отмечалось выше, ложные выезды оперативных подразделений пожарной охраны значительно преобладают над количеством выездов на пожар.

Анализ статистических данных показывает, что наибольшее количество ложных вызовов пожарной охраны связано с нежелательным срабатыванием систем пожарной автоматики (39,7 %) и с неизвестной причиной (35,7 %). Около 20 % выездов связано с неисправностью систем пожарной автоматики и около 4,3 % с хулиганством и ошибочными действиями по активации систем пожарной автоматики. Таким образом, лидирующей причиной ложных вызовов подразделений пожарной охраны является нежелательное срабатывание систем пожарной автоматики, а не их техническая неисправность.

Наиболее распространенной причиной нежелательного срабатывания систем пожарной автоматики является парение во время приготовления пищи (29,2 %) и подгорание пищи на плите (19,5 %). Далее идут ремонтные работы (13,3 %), сквозняк или попадание пыли (11,8 %). Менее 1 % в сумме составляют: попадание мяча, розжиг камина (горение свечей) и попадание выхлопных газов. Полная структура выездов пожарной охраны по причине нежелательного срабатывания систем пожарной автоматики приведена на рис. 1.

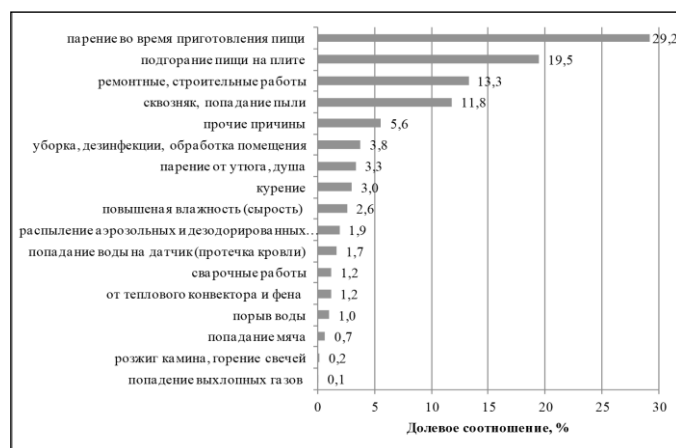


Рис. 1. Долевое распределение количества выездов подразделений пожарной охраны по причине нежелательного срабатывания систем пожарной автоматики

На рис. 2 приведена структура выездов подразделений пожарной охраны по причине неисправности систем пожарной сигнализации и ее активации вследствие хулиганства. Наиболее распространенными причинами неисправности систем пожарной сигнализации являются: отключение электроэнергии (36,1 %), замена технического элемента пожарной автоматики (20,6 %), а также попадание насекомого на ДПИ (17,0 %). Меньше всего ложных выездов по причине неисправности систем пожарной сигнализации связано с аварийно-токовыми явлениями (1,6 %). Что касается активации систем пожарной сигнализации по причине хулиганства, самой распространенной причиной является детская шалость (66,3 %). Далее следуют причины: умышленное нажатие ручного пожарного извещателя (33,7 %) и прочие причины (0,1 %).

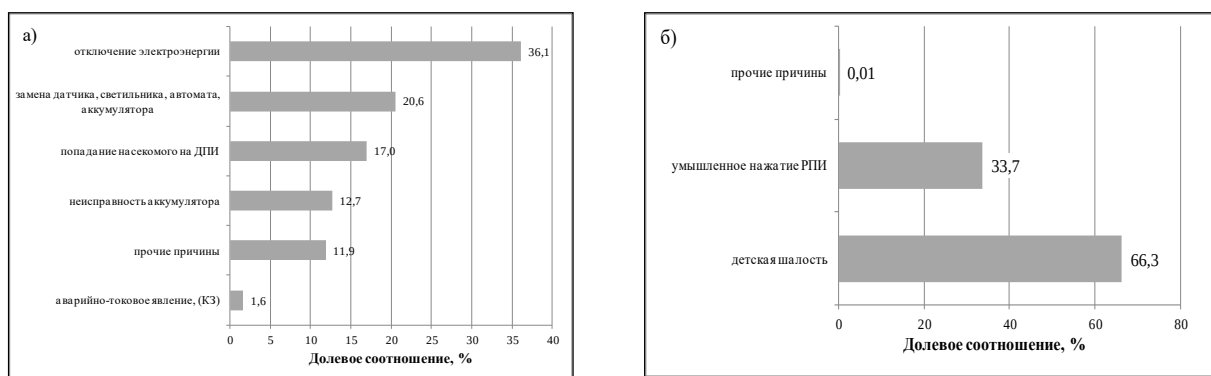


Рис. 2. Долевое распределение количества выездов подразделений пожарной охраны по причине неисправности систем пожарной сигнализации (а) и по причине активации систем пожарной сигнализации вследствие хулиганства (б)

Количество ложных выездов пожарной охраны связанных с неизвестной причиной составляет – 35,7 %. Проведенные исследования показали, что неизвестные причины помимо указанных в нормативном документе [1] также включают в себя: световые и звуковые эффекты от грозовых разрядов и пиротехники; попадание солнечных лучей и света от лазерных указок; звуковые явления от различных летательных аппаратов, автомобильной техники, железнодорожного подвижного состава и разрывов боеприпасов; неисправность пожарного извещателя или шлейфа, отсутствие или неисправность сети GSM; регламентные работы и проведение технического обслуживания систем пожарной сигнализации; плановые тренировки по эвакуации людей; дым и свет от сценических эффектов; электромагнитное воздействие электрических приборов; загрязнение или попадание воды в пожарный датчик; дым с улицы; падение различных предметов; лабораторные испытания; воздействие птиц и животных и др. Исходя из этого, требуется серьезная доработка существующего перечня причин ложных срабатываний

систем пожарной сигнализации. Авторы предлагают дополнить п. 6.5.4 ГОСТ Р 59638-2021 [1] следующими сгруппированными причинами ложных срабатываний:

 неисправность электросети (короткое замыкание, отключение электроэнергии, скачки напряжения и т.п.);

 воздействие звуковой волны (взрыв, боевые действия, самолет, петарда и т.п.);

 непреднамеренная активация системы (тренировка по эвакуации людей и т.п.);

 проведение регламентных работ по проверке, ремонту, техническому обслуживанию систем;

 внешнее воздействие на систему и ее элементы (попадание лучей света, молния, воздействие животных, лабораторные испытания, театральные эффекты, механическое воздействие, попадание дыма, не связанного с пожаром);

 техническая неисправность системы и ее элементов;

 некачественное техническое обслуживание системы;

 нарушение условий содержания оборудования системы и ее элементов (загрязнение, запыление, открывание окон);

 неустановленная (неизвестная) причина.

Оперативные подразделения пожарной охраны обязаны реагировать на каждое сообщение, полученное по СПИ, независимо от того пожар это или ложное сообщение о пожаре. Поэтому можно условно принять, что количество выездов оперативных подразделений равно количеству сигналов, поступавших от систем пожарной сигнализации через устройства СПИ. Исходя из данного допущения, в целом по России частота срабатывания систем пожарной сигнализации в расчете на один объект защиты составляет 0,79. Причем частота ложных сообщений о пожаре составляет 0,74, а частота сообщений о пожаре – 0,03 в расчете на один объект защиты. В целом это вполне допустимые расчетные значения, однако, частота ложных срабатываний более чем в 24 раза выше по сравнению с сообщениями о реальных пожарах.

Для снижения количества ложных срабатываний систем пожарной автоматики необходимо, во-первых, использовать более качественные и современные приборы обнаружения пожара, обработки и передачи сигнала. Осуществлять более точную настройку системы на реагирование и распознавание пороговых значений атрибутов пожара в разных условиях окружающей среды. Спроектировать и наладить в промышленных масштабах выпуск качественной отечественной элементной базы, не уступающей лучшим зарубежным образцам. Это снизит затраты на монтаж и техническое обслуживание систем пожарной сигнализации.

Во-вторых, необходимо разработать новые системы и устройства пожарной сигнализации, работающие на совершенно иных технических принципах. Одним из таких решений является – искусственный интеллект с машинным зрением. Создание базы данных ложных срабатываний систем пожарной сигнализации (фото и видео-контент, звуковой трек) и программных алгоритмов распознавания электронных сигналов позволит значительно снизить количество ложных сообщений о пожаре.

В-третьих, осуществить поэтапную замену уже устаревших систем пожарной сигнализации на современные, самоадаптирующиеся к внешним условиям системы автоматики. Но при этом они должны быть экономичными и эффективными устройствами, обеспечивающими необходимый уровень пожарной защиты объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59638-2021 Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/763/76300.pdf> (Дата обращения 25.02.2026).

2. ГОСТ Р 71554-2024 Системы передачи извещений о пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность URL: https://normadocs.ru/gost_r_71554-2024 (Дата обращения 25.02.2026).

3. Классификация систем передачи извещений (СПИ) / Студопедия URL: https://studopedia.ru/10_43698_klassifikatsiya-sistem-peredachi-izveshcheniy-spi.html (дата обращения 20.02.2026).

4. Приказ МЧС России от 24.11.2022 № 1173 «Об утверждении требований к проектированию систем передачи извещений о пожаре» / МЧС России URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/6663> (дата обращения 10.02.2026).

5. ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293744/4293744691.pdf> (дата обращения 10.02.2026).

6. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (последняя редакция) \ Консультант Плюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 17.10.2025).

УДК 614.84

К.М. Фомин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОПАГАНДЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: Совершенствование нормативной базы, регулирующей ведение противопожарной пропаганды с использованием искусственного интеллекта (ИИ), является актуальной задачей, обусловленной стремительным развитием технологий и их интеграцией в область обеспечения пожарной безопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, противопожарная пропаганда, безопасность, эффективность, пожарная безопасность.

К.М. Fomin

IMPROVING THE REGULATORY FRAMEWORK FOR FIRE PREVENTION PROPAGANDA USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstracts: the regulatory framework governing the use of artificial intelligence (AI) in fire prevention is an urgent task due to the rapid development of technology and its integration into the field of fire safety.

Keywords: artificial intelligence, fire prevention propaganda, safety, efficiency, and fire safety.

Действующее законодательство Российской Федерации, включая Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" и сопряженные нормативные акты, определяет общие рамки для мероприятий по противопожарной пропаганде. Однако в настоящее время законодательство не охватывает специфические аспекты применения искусственного интеллекта (далее - ИИ) в данной области.

Для достижения данной цели применяются разнообразные методы информирования населения как в чрезвычайных ситуациях, так и в повседневной деятельности по средствам конференция, проведение тематических встреч и экскурсии, а также при осуществлении научно-технической пропаганды.

Искусственный интеллект значительно повышает эффективность противопожарной пропаганды, благодаря следующим действиям:	Применение искусственного интеллекта в противопожарной пропаганде имеет ряд трудностей:
1. Современные генеративные модели способны генерировать различные источники информации, что позволяет значительно упростить информацию под различные аудитории.	1. Некорректность информации приводит к недостоверным данным и искажает информацию, особенно это заметно в технических документах и руководствах по эксплуатации.
2. Искусственный интеллект использует не только информацию, но и данные о пользователях, личностные характеристики, интересы и поведения личностных качеств. Такой подход системы значительно повышает эффективность взаимодействия с аудиторией и результатами информирования.	2. Системы искусственного интеллекта могут подвергаться кибератакам, которые могут быть использованы для распространения недостоверной информации или нарушения их функционирования.
3. Нейронные сети способны оперативно создавать различные пособия, инструкции, инструктажи, а также методические материалы. Это позволяет ускорить процесс разработки информационных ресурсов и повышает их доступность для аудитории.	3. При использовании искусственного интеллекта в больших объемах требует строгого соблюдения конфиденциальности и обеспечение анонимности аудитории.
4. Искусственный интеллект обрабатывает большие объемы информации, что способствует оптимизации стратегий противопожарной пропаганды и реагирования населения на чрезвычайные ситуации, а также обеспечивает подход к информационным ресурсам.	4. Внедрение технологий искусственного интеллекта требует значительных материальных средств, что может стать препятствием для ряда организаций.

Рис. 1. Влияние искусственного интеллекта

Направления совершенствования нормативно-правовой базы

Для эффективного использования ИИ в противопожарной пропаганде:

В целях совершенствования законодательной базы, регулирующей применение искусственного интеллекта (ИИ), предлагается дополнить Закон № 69-ФЗ [1] следующими положениями:

- 1) установление критериев оценки контента, генерируемого с использованием ИИ, для обеспечения его качества и достоверности;
- 2) обязательное требование к пользователям проверять информацию, полученную с помощью ИИ-систем, на предмет соответствия установленным стандартам точности и надежности;
- 3) определение мер ответственности за возможные ошибки или недостоверные результаты, полученные в результате применения ИИ.

Кроме того, следует разработать унифицированные правила и процедуры использования ИИ в целях пропаганды [2-7], включая:

- 1) установление квалификационных требований к специалистам, обладающим компетенцией в области применения нейронных сетей;
- 2) регулирование процесса интеграции ИИ-технологий в существующие информационные системы для обеспечения их совместимости и эффективного функционирования.

Для обеспечения защиты персональных данных и кибербезопасности при использовании ИИ необходимо актуализировать соответствующее законодательство, с целью:

- 1) гарантирования сохранности информации, обрабатываемой в системах на базе ИИ;
- 2) обеспечения соответствия применяемых технологий требованиям информационной безопасности.

Дополнительно следует разработать и внедрить четкие нормы этического использования ИИ, включающие:

- 1) предотвращение дискриминационных практик при применении ИИ-технологий;
- 2) обеспечение прозрачности алгоритмов, используемых в системах ИИ;
- 3) установление механизмов взаимодействия между органами государственной власти различных уровней (федеральными, региональными и муниципальными) для координации усилий по внедрению ИИ в деятельность организаций, занимающихся пропагандой пожарной безопасности.

Необходимо создать образовательные программы и курсы для повышения квалификации специалистов, работающих в области применения ИИ в сфере пожарной безопасности, с целью обеспечения их профессиональной подготовки и соответствия современным требованиям.

Международный опыт:

В 2024 году были приняты рекомендации по безопасному применению искусственного интеллекта в противопожарных пропаганде.

Рекомендации охватывают требования к системе искусственного интеллекта, обеспечивают защиты данных.

Совершенствование нормативно-правовой базы искусственного интеллекта представляет собой важный этап для обеспечения эффективного и безопасного применения в противопожарных кампаниях.

Необходимо обеспечить правильное сочетание продвижения технологических систем с соблюдением всех стандартов и качества использования. Это позволит повысить эффективность в профилактических мероприятиях по пожарной пропаганде и способствовать повышению уровня оповещения населения о мерах пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года №69-ФЗ «О пожарной безопасности»

2. Солодова Н.О. [и др.] Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 81-89. - EDN: FJFYWV.

3. Сони́на О.Н., Лазарев А.А. Использование языковых моделей искусственного интеллекта в решении задач пожарной профилактики // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII ВСЕРОССИЙСКОЙ научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 360-366. - EDN: JKEEBG

4. Жалбу А.А. [и др.] Использование курсантами МЧС средств нейросети при модификации учебного видеоматериала по противопожарной пропаганде для школьников / Пожарная и аварийная безопасность. 2024. № 4 (35). С. 15-21. - EDN: IPKYRG

5. Лазарев А.А. [и др.] Проблемы модификации закадрового текста противопожарной пропаганды средствами искусственного интеллекта для создания видеороликов // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 186-190. - EDN: SKXHNDY

6. Лазарев А.А. [и др.] Анализ результатов контрольной деятельности в области пожарной безопасности в 2023-2024 годах // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «государственный надзор» за 2024 год. результаты научных мероприятий: три внутри академические научно-практические семинары; внутри академический круглый стол. Иваново, 2025. С. 52-57. – EDN: BWVYUJ

7. Лазарев А.А. [и др.] Возможности искусственного интеллекта для профилактики пожаров среди представителей старшей возрастной группы //

Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов XII всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2025. С. 197-202. - EDN: VVDWHA

УДК 614.842:004.9

М.Д. Хабибзода, Е.Н. Минеев

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

**СТРУКТУРА И АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОБЪЕКТАХ С МАССОВЫМ
ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН**

Аннотация: в статье представлена структура информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью на объектах с массовым пребыванием людей. Предложены трёхуровневая схема, сервис-ориентированная архитектура и состав основных подсистем для условий Республики Таджикистан.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, управление безопасностью, объекты с массовым пребыванием людей, пожарная безопасность, поддержка принятия решений, сервис-ориентированная архитектура, компьютерное зрение, Республика Таджикистан.

M.D. Habibzoda, E.N. Mineev

**STRUCTURE AND ARCHITECTURE OF AN INFORMATION-
ANALYTICAL SYSTEM FOR SECURITY MANAGEMENT SUPPORT
AT FACILITIES WITH MASS GATHERINGS OF PEOPLE
IN THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN**

Abstracts: the article presents the structure of an information-analytical system for security management support at facilities with mass gatherings of people. A three-level scheme, service-oriented architecture, and main subsystems for the conditions of the Republic of Tajikistan are proposed.

Keywords: information-analytical system, security management, facilities with mass gatherings of people, fire safety, decision support, service-oriented architecture, computer vision, Republic of Tajikistan.

Введение

Рост числа объектов с массовым пребыванием людей в Республике Таджикистан торгово-развлекательных центров, рынков, учебных заведений сопровождается увеличением потенциальной угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций пожарного характера. Статистические данные Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан за 2017–2022 годы свидетельствуют об устойчивом росте числа пожаров на указанных объектах, сопровождающихся значительным материальным ущербом и человеческими жертвами [5, 6].

Существующие подходы к управлению безопасностью на объектах массового пребывания людей в значительной мере опираются на традиционные процедуры планирования и реагирования, не обеспечивающие необходимой оперативности при резком изменении параметров обстановки [1, 2]. В связи с этим актуальной становится задача построения информационно-аналитической системы (ИАС), обеспечивающей непрерывный сбор данных, их аналитическую обработку и формирование управленческих рекомендаций в замкнутом контуре управления.

Цель настоящей работы разработка структурной схемы и архитектуры программно-технического комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью на объектах с массовым пребыванием людей применительно к условиям Республики Таджикистан.

Структурная схема информационно-аналитической системы

Построение ИАС основано на принципе многоуровневого функционального разделения, широко применяемого при проектировании систем поддержки принятия решений в организационных системах [7, 8]. В предлагаемой структуре выделены три уровня: уровень сбора и первичной обработки данных, уровень аналитической обработки и уровень поддержки принятия управленческих решений (рис. 1).

Нижний уровень системы объединяет средства получения исходных данных об обстановке на объекте: подсистемы видеонаблюдения с функциями компьютерного зрения, системы контроля и управления доступом, датчики пожарной сигнализации и автоматические средства обнаружения факторов пожара. Из перечисленных подсистем особое значение имеет видеонаблюдение, обеспечивающее входной поток данных для моделей автоматического распознавания, выявления аномальных траекторий и формирования цифрового идентификатора посетителя [3, 10].

Средний уровень реализует аналитическую обработку данных и включает четыре функциональных модуля: модуль интегральной оценки пожарной опасности мероприятий на основе многокритериальной математической модели; модуль биометрического распознавания и вероятностной оценки потенциальной угрозы; модуль выявления аномальных траекторий движения посетителей на основе алгоритма кластеризации; модуль формирования цифрового

профиля посетителя, обеспечивающего устойчивое сопоставление наблюдений во времени и пространстве.

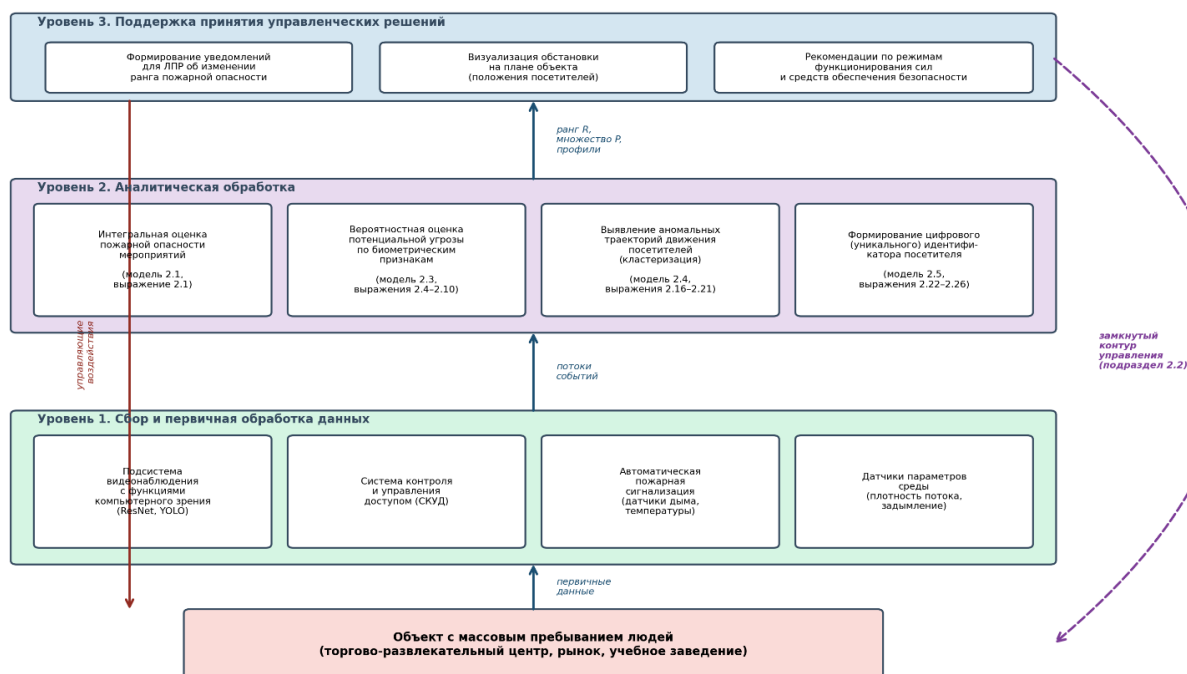


Рис. 1 Структурная схема информационно-аналитической системы

Верхний уровень объединяет средства поддержки принятия решений лицами, принимающими решения. На этом уровне результаты аналитической обработки преобразуются в форму, пригодную для использования должностными лицами: автоматически формируются уведомления об изменении ранга пожарной опасности, предложения по корректировке режима функционирования сил обеспечения безопасности, визуализация текущего положения посетителей на плане объекта с указанием рекомендованных маршрутов эвакуации [9, 11].

Предложенная структура обеспечивает замкнутость контура управления: восходящие информационные потоки от объекта к верхнему уровню и нисходящие управляющие воздействия от верхнего уровня к объекту формируют непрерывный цикл адаптации решений к изменяющимся условиям.

Архитектура программно-технического комплекса

Переход от структурной схемы к архитектуре программно-технического комплекса требует детализации состава и взаимодействия компонентов системы, способов хранения данных и технологий их обработки. В основу архитектурного решения положен принцип сервис-ориентированного построения, при котором функциональные возможности системы реализуются в виде незави-

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

симых программных сервисов, взаимодействующих через формализованные интерфейсы [4].

В состав архитектуры включены четыре подсистемы: подсистема сбора данных, подсистема хранения, подсистема аналитической обработки и подсистема представления информации. Взаимодействие между подсистемами осуществляется через шину данных, реализующую асинхронный обмен сообщениями, что обеспечивает возможность независимой масштабируемости каждой из подсистем при росте числа объектов наблюдения (рис. 2).

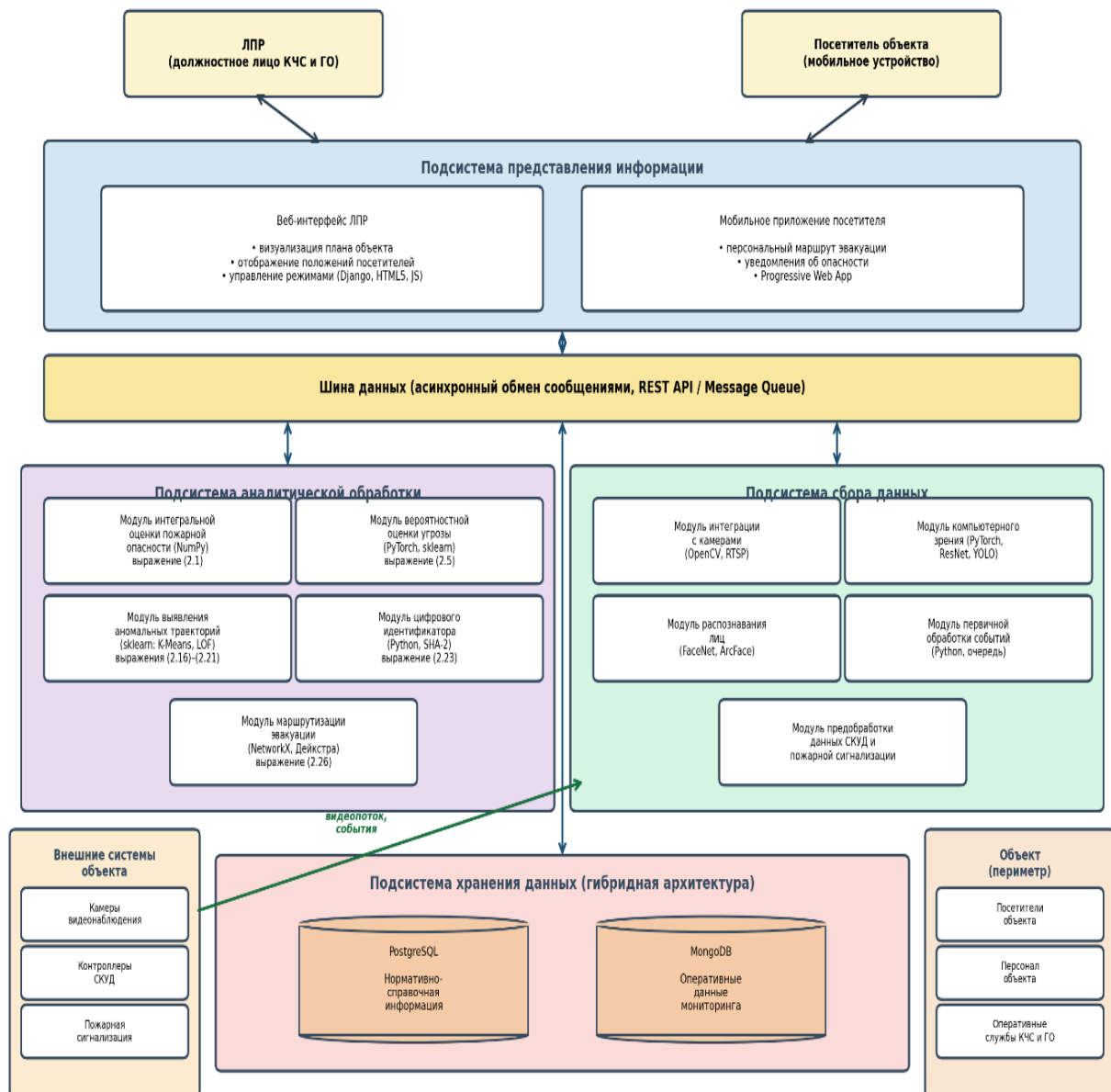


Рис. 2 Архитектура программно-технического комплекса

Подсистема сбора данных реализует интерфейс взаимодействия с техническими средствами объекта: камерами видеонаблюдения, контроллерами системы контроля доступа, пожарной сигнализации. Первичная обработка видеопотока выполняется модулем компьютерного зрения, построенным на основе свёрточных нейронных сетей семейств ResNet [13] и YOLO [15], зарекомендовавших себя в задачах распознавания лиц и детектирования объектов в реальном времени. Результатом работы модуля является структурированный набор событий, содержащий координаты обнаруженных объектов, метки времени и векторы биометрических признаков.

Подсистема хранения данных организована на основе гибридной архитектуры, сочетающей реляционную СУБД PostgreSQL для нормативно-справочной информации (перечень объектов, административных единиц, штатного состава сил реагирования) и нереляционную СУБД MongoDB для оперативных данных мониторинга (потoki событий, траектории движения, результаты распознавания). Указанное решение обеспечивает требуемую производительность при обработке больших объёмов данных, генерируемых системами видеонаблюдения, и одновременно поддерживает целостность справочной информации [14].

Подсистема аналитической обработки объединяет программные реализации математических моделей: модуль интегральной оценки пожарной опасности; модуль вероятностной оценки угрозы; модуль выявления аномалий на основе алгоритма K-Means и критериев LOF (Local Outlier Factor); модуль формирования цифрового идентификатора; модуль маршрутизации эвакуации на основе алгоритма Дейкстры [12].

Для обеспечения требований защищённости и целостности цифрового идентификатора применяется криптографическое хэширование метаданных посетителя с использованием алгоритмов семейства SHA-2, а также журналирование всех операций формирования и использования идентификатора. Указанные средства соответствуют требованиям к обработке персональных данных и биометрической информации, установленным законодательством Республики Таджикистан и международными стандартами в области информационной безопасности.

Подсистема представления информации включает веб-интерфейс лиц, принимающих решения, реализованный с использованием технологий HTML5, JavaScript и библиотек визуализации геопространственных данных. Интерфейс обеспечивает отображение плана объекта с наложением текущих положений идентифицированных посетителей, выделением зон повышенной плотности и отображением маршрутов эвакуации. Предусмотрена адаптация интерфейса для мобильных устройств, что позволяет использовать систему как оперативными службами реагирования, так и посетителями объекта для получения персонализированных рекомендаций по эвакуации.

Функциональное назначение уровней системы

Обобщённая характеристика функционального назначения уровней и выходных данных каждого из них представлена в таблице.

Таблица. Функциональное назначение уровней системы

Уровень	Наименование	Функциональные модули	Выходные данные
1	Сбор и первичная обработка данных	Видеонаблюдение с функциями компьютерного зрения; СКУД; пожарная сигнализация; датчики параметров среды	Поток первичных событий: координаты объектов, метки времени, векторы биометрических признаков
2	Аналитическая обработка	Модули интегральной оценки, вероятностной оценки угрозы, выявления аномальных траекторий, цифрового идентификатора	Ранг пожарной опасности R; множество контроля R; перечень аномальных траекторий; цифровые профили посетителей
3	Поддержка принятия решений	Формирование уведомлений; визуализация обстановки на плане; расчёт маршрутов эвакуации	Рекомендации ЛПР; визуализация положений посетителей; персонализированные маршруты эвакуации

Заключение

Разработана структурная схема и архитектура программно-технического комплекса информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью на объектах с массовым пребыванием людей в Республике Таджикистан. Предложенное решение включает трёхуровневую структуру и четыре функциональные подсистемы, взаимодействующие через шину данных. Выбор программных технологий обоснован с учётом требований производительности, масштабируемости и защищённости обработки персональных данных.

Разработанная архитектура обеспечивает интеграцию математических моделей оценки пожарной опасности в замкнутый контур управления, что создаёт предпосылки для программной реализации и последующего внедрения

системы в деятельность Комитета по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан.

Направления дальнейших исследований связаны с программной реализацией прототипа системы, проведением вычислительного эксперимента и разработкой рекомендаций по поэтапному внедрению системы на объектах различных категорий пожарной опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брушлинский Н. Н. Человечество и пожары / Н. Н. Брушлинский, С. В. Соколов, П. Вагнер. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. — 141 с.
2. Бутузов С. Ю. Математические модели и методы поддержки принятия решений в системах обеспечения пожарной безопасности / С. Ю. Бутузов, Н. Г. Топольский. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. — 186 с.
3. Минаев В. А. Информационно-аналитические системы обеспечения безопасности: монография / В. А. Минаев, А. В. Симонов, А. О. Фаддеев. — М.: РИО МосУ МВД России, 2005. — 256 с.
4. Ньюмен С. Создание микросервисов / С. Ньюмен. — СПб.: Питер, 2016. — 304 с.
5. Обзор о чрезвычайных ситуациях и гражданской обороне в Республике Таджикистан за 2021 год. — Душанбе: Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан, 2022. — 136 с.
6. Обзор о чрезвычайных ситуациях и гражданской обороне в Республике Таджикистан за 2022 год. — Душанбе: Комитет по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне при Правительстве Республики Таджикистан, 2023. — 140 с.
7. Топольский Н. Г. Автоматизированные системы поддержки принятия управленческих решений в ГПС МЧС России: концепция развития / Н. Г. Топольский, А. В. Мокшанцев // Технологии техносферной безопасности. — 2013. — Вып. 1 (47). — С. 1–9.
8. Хабибулин Р. Ш. Автоматизированные информационные системы поддержки принятия решений в задачах обеспечения пожарной безопасности / Р. Ш. Хабибулин, Н. Г. Топольский, Ю. В. Прус. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. — 198 с.
9. Холщевников В. В. Исследование людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. — 212 с.
10. Членов А. Н. Автоматические системы обеспечения безопасности на объектах защиты: учеб. пособие / А. Н. Членов, Ф. В. Демехин, С. Г. Климов. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. — 243 с.
11. Шихалев Д. В. Методика прогнозирования времени блокирования эвакуационных путей при пожаре / Д. В. Шихалев // Пожарная безопасность. — 2018. — № 2. — С. 59–66.
12. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs / E. W. Dijkstra // Numerische Mathematik. — 1959. — Vol. 1. — P. 269–271.

13. He K. Deep residual learning for image recognition / K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2016. — P. 770–778.

14. Kleppmann M. Designing data-intensive applications / M. Kleppmann. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2017. — 616 p.

15. Redmon J. You only look once: unified, real-time object detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2016. — P. 779–788.

УДК 614.842

А.С. Харламенков

Академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКОВОК С НАЛИЧИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация: В статье рассматривается актуальность совершенствования российских нормативных требований к пожарной безопасности подземных паркингов в условиях роста парка электромобилей (ЭМ) и гибридов (HEV). Обоснована необходимость проведения комплексного научного исследования для внедрения новых норм.

Ключевые слова: пожарная безопасность, электромобиль, подземная парковка, тепловой разгон, нормативное регулирование, литий-ионные аккумуляторы.

A.S. Kharlamenkov

ENHANCEMENT OF THE REGULATORY FRAMEWORK FOR ENSURING FIRE SAFETY IN UNDERGROUND CAR PARKS WITH ELECTRIC VEHICLES

Abstracts: The article examines the relevance of improving Russian regulatory requirements for fire safety in underground parking facilities amid the growing number of electric vehicles (EVs) and hybrid electric vehicles (HEVs). The necessity of conducting comprehensive scientific research aimed at the implementation of new safety standards is substantiated.

Keywords: fire safety, electric vehicle, underground parking, thermal runaway, regulatory framework, lithium-ion batteries.

Электромобили (ЭМ) и гибридные транспортные средства (HEV/PHEV) становятся значимым элементом транспортного парка России. По данным [1] на конец 2025 года в стране продано около 12,5 тыс. новых электромобилей и 44,8 тыс. гибридов, что составляет около 1 % для ЭМ и 3,4 % для HEV от общего числа всех автомобилей. При этом парк автомобилей с электроприводом ежегодно прирастает, а стратегия развития электрического транспорта до 2035 года предполагает многократный рост числа ЭМ. Параллельно этому процессу активно развивается инфраструктура зарядных станций. Ассоциация производителей и операторов электрозарядных станций (АПОЭ) фиксирует устойчивый прирост точек зарядки на всей территории страны [2].

Широкое распространение ЭМ создает новые вызовы для обеспечения пожарной безопасности объектов хранения транспортных средств, особенно подземных паркингов. Закрытые пространства с ограниченной вентиляцией, многоуровневой застройкой и высокой плотностью размещения автомобилей создают особые условия для развития пожара. Специфика пожаров с участием литий-ионных аккумуляторов (ЛИА), применяемых в ЭМ, качественно отличается их возгорания от пожаров автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), что актуализирует задачу адаптации нормативно-правовой базы к новым условиям эксплуатации и хранения электротранспорта.

Как известно, главной опасностью ЛИА является их тепловой разгон, при котором саморазогрев аккумулятора ведет в неконтролируемой экзотермической реакции. Процесс может быть инициирован механическим повреждением, перезарядом, перегревом или внутренним коротким замыканием. В отличие от пожаров ДВС, которые, как правило, эффективно локализуются стандартными способами тушения, ЛИА способны повторно самовозгораться спустя часы и даже сутки после, казалось бы, успешного тушения.

Принципиально важной характеристикой горения ЛИА является характер выделяющихся веществ. Так, при горении ЛИА образуется фторид водорода (HF) – высокотоксичный газ, угарный (CO) и углекислый (CO₂) газы, водород и ряд других органических соединений [3]. Температура горения ЛИА при свободном горении (без применения систем пожаротушения) может превышать 900 °C. Скорость тепловыделения и продолжительность горения ЭМ могут иметь более высокие показатели в сравнении с пожарами автомобилей с ДВС, а полное выгорание аккумуляторной батареи EV может занимать 7 и более часов, что кратно увеличивает нагрузку на строительные конструкции и системы защиты здания. Эти факторы формируют качественно иные требования к конструктивным, планировочным и инженерным решениям для подземных паркингов.

Действующее российское регулирование в сфере пожарной безопасности стоянок автомобилей базируется на своде правил СП 113.13330.2023 [4], Правилах противопожарного режима в РФ (Постановление Правительства РФ № 1479 от 16.09.2020 г.), а также на СП 485.1311500.2020 «Системы противопо-

жарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» и ГОСТ 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа», устанавливающих требования к системам пожаротушения и зарядной инфраструктуре. При этом нормы носят преимущественно общий характер и не формируют специальных требований для мест хранения ЭМ в подземных паркингах, за исключением отдельных пунктов.

Ситуация значительно изменилась с разработкой нового Проекта свода правил МЧС России «Требования пожарной безопасности к стоянкам автомобилей» (СП), прошедшего обсуждение в 2024-2025 годах. Проект вводит принципиальные изменения, в частности:

- интенсивность орошения для спринклерных систем с принудительным пуском в зонах с наличием ЭМ повышается до $0,24 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ при площади орошения 60 м^2 (вместо $0,12 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ при площади орошения 30 м^2 по табл. 6.1 СП 485.1311500.2020);

- регламентируется повышенная кратность воздухообмена в зоне горения ЭМ (в расчете на значение тепловой мощности очага горения одного электромобиля $Q_{\text{п}} = 9 \text{ МВт}$, вместо 5 МВт – для автомобилей с ДВС).

Совокупность предлагаемых изменений представляет собой существенное ужесточение требований именно для ЭМ.

Анализ нормативных практик ключевых стран мира, проведенный АПОЭ [5], показывает принципиально иной подход к регулированию. В аналитическом отчете отмечается, что ни в одной из рассмотренных юрисдикций не установлены специальные, более жесткие требования для ЭМ, чем для автомобилей с ДВС.

Кроме этого, международная статистика [2] последовательно указывает на более низкую частоту пожаров для электромобилей по сравнению с ДВС. По данным США, ежегодно на 100 тыс. автомобилей с ДВС регистрируется около 1530 пожаров, у гибридов – порядка 3475 случаев и около 25 – у ЭМ. В Норвегии, располагающей крупнейшей долей ЭМ в парке, фиксирует в 2024 году на 100 тыс. ЭМ примерно 1,5 пожара против 16-19 пожаров автомобилей с ДВС. Аналогичная картина наблюдается и в Великобритании. В Германии подтверждается, что пожары ЭМ происходят в 2-7 раз реже, чем с участием обычных автомобилей.

Вместе с тем проведенные исследования [6] указывают на то, что пожары ЭМ труднее поддаются тушению, требуют значительно большего расхода воды, сопровождаются выделением токсичного HF и риском повторного возгорания. Например, австралийская независимая компания «EVFireSafe» установила, что за период 2010-2024 гг. по всему миру было зафиксировано всего 511 случаев пожаров ЭМ, там самым подтвердив – хотя событие редкое, его последствия в стесненных условиях подземных паркингов могут быть значительными [2].

Таким образом, основной парадокс заключается в том, что ЭМ воспламеняются значительно реже, чем автомобили с ДВС, однако каждый такой пожар может нести потенциально более высокую угрозу для людей и конструкций, особенно в условиях закрытых паркингов.

Российский проект СП существенно ужесточает требования проектных решений к паркингам с ЭМ по сравнению с действующими отечественными нормами и международными стандартами. Однако в открытом доступе отсутствуют верифицированные отечественные и зарубежные экспериментальные данные, которые могли бы обосновать предлагаемые нормативные требования к характеристикам интенсивности орошения, площади пожарных отсеков, кратности воздухообмена в подземных паркингах с наличием мест для хранения ЭМ. Зарубежные страны не спешат вводить жёсткие дифференцированные требования именно ввиду недостаточности доказательной базы.

В такой ситуации избыточная жёсткость норм, принятых без необходимого научного обоснования, создаёт экономические барьеры для строительства и реконструкции паркингов, сдерживает развитие зарядной инфраструктуры и может привести к нерациональному расходованию средств на превентивные меры. С другой стороны, недостаточная строгость норм несёт реальные риски для жизни людей и сохранности объектов. Разрешение этого противоречия возможно только на основе системных научно-исследовательских данных, полученных в условиях, максимально приближённых к реальным подземным паркингам России. Поэтому для формирования научно обоснованной нормативной базы автором статьи предлагается реализация комплексной научно-исследовательской работы (НИР), охватывающей четыре взаимосвязанных блока:

1. Блок А – экспериментальное определение параметров тепловыделения (HRR) для обоснования значения тепловой мощности очага горения одного электромобиля (Q_n) с учетом влияния систем предотвращения пожара и противопожарной защиты подземного паркинга;

2. Блок В – CFD-моделирование динамики пожара в подземных паркингах (на основе данных Блока А) для типовых конфигураций подземных паркингов, где исследуются сценарии распространения огня и дыма, определяются концентрации токсичных газов (CO , HF , CO_2), температурные поля, нагрузки на строительные конструкции при различных схемах размещения ЭМ и влияние работы систем вентиляции и пожаротушения.

3. Блок С – разработка технических решений для раннего обнаружения и предотвращения пожара по результатам исследования и испытания различных систем раннего обнаружения теплового разгона ЛИА (газовые, температурные, мультисенсорные датчики и т.д.), включая интеграцию с системой управления литий-ионной батареи (BMS). На основе результатов CFD-моделирования (Блок В) осуществляется выбор оптимизированных конфигураций систем ранней сработки спринклерного (дренчерного) пожаротушения

для парковочных зон с ЭМ с целью снижения значения $Q_{\text{п}}$ и локализации очага пожара.

4. Блок D – разработка тактики и методик реагирования пожарно-спасательных подразделений с проведением исследований эффективных методов и средств тушения пожаров ЭМ в ограниченных подземных пространствах, а также программы подготовки личного состава.

Ожидаемый итог выполнения НИР – комплект верифицированных нормативно-технических рекомендаций, готовых к включению в нормативные документы по обеспечению пожарной безопасности подземных паркингов.

Реализация данной НИР требует привлечения дополнительного целевого финансирования в рамках государственных программ, грантовых инструментов (РФФИ и РФФИ) либо механизмов государственно-частного партнёрства с заинтересованными участниками рынка.

Таким образом, разрабатываемый МЧС России Проект свода правил задаёт более строгие требования к пожарной безопасности подземных паркингов с местами для электромобилей и гибридов, чем большинство действующих международных стандартов. Это продиктовано специфическими свойствами ЛИА (тепловым разгоном, выделением токсичных газов, длительным временем горения и т.д.), которые наиболее опасны именно в закрытых подземных пространствах.

Вместе с тем принятие жёстких нормативов без верифицированной отечественной экспериментально-расчётной базы создаёт риски избыточного регулирования и некорректной расстановки приоритетов защиты.

Обеспечить доказательную нормативную базу в этой области способно только комплексное научное исследование, охватывающее измерение реальных параметров тепловыделения, численное моделирование развития пожаров в подземных паркингах, испытание систем обнаружения и тушения пожара, а также разработку тактических методик для пожарно-спасательных подразделений. Представленная структура НИР формирует системную основу для такой работы и является необходимым условием для принятия обоснованных, эффективных и соразмерных рискам нормативных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика возгораний и практика нормативного регулирования пожарной безопасности в зарубежных странах с высоким уровнем внедрения электромобилей: Результаты аналитических исследований. – М.: Ассоциация производителей и операторов ЭЗС, 2026. – 14 с. Электронный ресурс: URL: <https://www.apoerf.ru/research/firesafety/summary.pdf>. (Дата обращения 06.04.2026).

2. Статистика возгораний транспортных средств в зарубежных странах с высоким уровнем внедрения электротранспорта: аналитический отчет. – М.: Ассоциация производителей и операторов ЭЗС, 2026. – 31 с. Электронный ресурс: URL:

<https://www.apoerf.ru/research/firesafety/fire-incident-statistics-study.pdf>. (Дата обращения 06.04.2026).

3. Харламенков А.С. Анализ токсичных выбросов и опасных факторов пожара при тепловом разгоне литий-ионных батарей // Пожаровзрывобезопасность. 2025 – №34(4) – С. 83-90. – DOI: 10.22227/0869-7493.2025.34.04. 83-90.

4. СП 113.13330.2023. Стоянки автомобилей СНиП 21-02-99* (с Изм. № 1, 2, 3): введен в действие с 06.11.2023 г. – М.: Стандартинформ, 2023.

5. Практики регулирования пожарной безопасности в части строительства зарядной инфраструктуры для электротранспорта: аналитический отчет. – М.: Ассоциация производителей и операторов ЭЗС, 2026. – 49 с. Электронный ресурс: URL: www.apoerf.ru/research/firesafety/fire-safety-regulation-study.pdf. (Дата обращения 06.04.2026).

6. Харламенков А.С. Оценка пожарного риска на автостоянках с наличием мест для зарядки электромобилей // Пожаровзрывобезопасность. 2024 – №33(1) – С. 94-99. – DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.01.94-99.

УДК 614.835-544.2

М.В. Шарипова, О.С. Романова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ГИБЕЛИ ДЕТЕЙ НА ПОЖАРАХ

Аннотация: Вопрос обеспечения пожарной безопасности подрастающего поколения остается одной из самых острых проблем современной России [1]. Несмотря на активное развитие технологий пожаротушения и систем оповещения, статистика детской гибели на пожарах по-прежнему вызывает серьезную тревогу. Как будущий специалист в области безопасности, я убеждена, что корень проблемы кроется не только в нехватке знаний у населения, но и в недостаточно эффективном управлении профилактическими данными. На сегодняшний день назрела острая необходимость в создании единой специализированной базы данных, которая позволила бы систематизировать профилактическую работу и сделать ее точечной, а не формальной [2].

Ключевые слова: профилактическая работа, предупреждение гибели детей на пожарах.

M.V. Sharipova, O.S. Romanova

CREATING A DATABASE TO IMPROVE PREVENTION OF CHILD DEATHS IN FIRES

Abstracts: Ensuring the fire safety of the younger generation remains one of the most pressing issues in modern Russia [1]. Despite the active development of firefighting technologies and warning systems, the statistics of child deaths in fires continue to cause serious concern. As a future security specialist, I am convinced that the root of the problem lies not only in the lack of knowledge among the population, but also in the insufficiently effective management of preventive data. Today, there is an urgent need to create a unified specialized database that would allow for the systematization of preventive work and make it targeted rather than formal [2].

Keywords: preventive work, prevention of child deaths in fires.

В настоящее время профилактическая работа проводится множеством ведомств: МЧС, органами социальной опеки, образовательными учреждениями и полицией [3]. Однако информация зачастую разрознена. Социальные службы знают о «неблагополучных» семьях, но не всегда обладают данными о состоянии электропроводки или печного отопления в их жилье. Пожарные инспекторы фиксируют нарушения, но не имеют оперативного доступа к актуальным спискам многодетных семей, проживающих в зоне риска.

Отсутствие единого информационного пространства приводит к тому, что профилактические рейды проводятся «ковровым» методом. Это требует колоссальных человеческих ресурсов, при этом КПД остается низким, так как внимание не фокусируется на наиболее уязвимых группах.

Создание специализированной базы данных «Профилактика: Детская безопасность» должно стать фундаментом для перехода к риск-ориентированному подходу. Структура такой системы должна включать несколько ключевых блоков:

- Блок «Объекты риска»: содержит информацию о жилых помещениях, где проживают многодетные семьи, семьи в трудной жизненной ситуации (ТЖС) и одинокие родители. Здесь же фиксируются технические характеристики жилья (тип отопления, состояние проводки).
- Блок «Учет профилактических мероприятий»: история посещений адреса специалистами, даты проведения инструктажей, наличие установленных автономных дымовых пожарных извещателей (АДПИ) и статус их работоспособности.
- Блок «Образовательный мониторинг»: данные о прохождении детьми обучения мерам пожарной безопасности в школах и детских садах, результаты тестов на знание алгоритмов действий при пожаре.

- Аналитический блок: модуль, использующий алгоритмы для автоматического ранжирования адресов по степени риска.

С технической точки зрения база данных может быть реализована на базе SQL-технологий с веб-интерфейсом для различных уровней доступа. Главное преимущество внедрения такой системы — возможность оперативного обмена информацией.

Например, при срабатывании АДПИ с GSM-модулем, сигнал может не только уходить на пульт пожарной охраны, но и фиксироваться в базе данных, автоматически обновляя статус «инцидент» для данного адреса. Если в семье произошло даже незначительное возгорание, система должна мгновенно сигнализировать органам опеки и МЧС о необходимости проведения внепланового, углубленного инструктажа.

Более того, математическое моделирование на основе накопленных данных позволит выявлять закономерности. Мы сможем увидеть, в каких районах и при каких погодных условиях (например, начало отопительного сезона) риск гибели детей возрастает, и превентивно направлять туда патрули.

Безусловно, работа с такой базой данных сопряжена с обработкой персональных данных. Однако в рамках действующего законодательства о защите детей и обеспечении безопасности, интеграция ведомственных информационных систем вполне возможна. Важно обеспечить строгую иерархию доступа, чтобы конфиденциальная информация была доступна только уполномоченным сотрудникам.

Подводя итог, хочу подчеркнуть: мы живем в эпоху цифровой трансформации, и методы обеспечения безопасности не должны отставать от общего прогресса. Создание базы данных для совершенствования профилактической работы по предупреждению гибели детей на пожарах — это не просто техническая задача, это способ спасения жизней.

Переход от бумажной отчетности к интеллектуальному анализу данных позволит нам действовать на опережение. Вместо того чтобы бороться с последствиями трагедий, мы сможем эффективно устранять их причины, обеспечивая каждому ребенку право на безопасное детство. Реализация данного проекта требует межведомственного взаимодействия и воли к изменениям, но цена этих усилий — сохраненные жизни детей, что является высшим приоритетом для нашего общества и государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Российской Федерации "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 № 69-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации КонсультантПлюс. - с изм. и допол. в ред. от 28.05.2017.
2. Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Сибирко В.И., Надточий О.В., Матюшин Ю.А., Полехин П.В., Козлов А.А., Шевцов М.В. // Пожары и пожарная безопасность

в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник. - Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025.

3. Рябиков А.И., Назаров А.А., Смелков Г.И., Пехотиков В.А., Боков Г.В., Грузинова О.И., Сибирко В.И. // Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств. - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022.

УДК 614.8

Т.А. Щанников, И.В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются ключевые сложности и специфические аспекты проведения аварийно-спасательных работ (АСР) в условиях горного рельефа, который является одной из самых экстремальных и непредсказуемых сред для действий спасательных подразделений. Важные факторы, кардинально отличающие горные операции от равнинных: критическая зависимость от погодных условий, высотная гипоксия, отсутствие транспортной доступности и высокий риск вторичных поражающих факторов.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, горная местность, высокогорье, лавинная безопасность, камнепад, веревочное снаряжение, логистика МЧС, скальный рельеф.

T.A. Shannikov, I.V. Bagazhkov

FEATURES OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS IN MOUNTAINOUS AREAS

Abstracts: The article discusses the key difficulties and specific aspects of emergency rescue operations in mountainous terrain, which is one of the most extreme and unpredictable environments for rescue units. Important factors that radically distinguish mining operations from lowland ones are critical dependence on weather conditions, high-altitude hypoxia, lack of transport accessibility, and a high risk of secondary damaging factors.

Keywords: emergency rescue operations, mountainous terrain, highlands, avalanche safety, rockfall, rope equipment, logistics of the Ministry of Emergency Situations, rocky terrain.

Проведение аварийно-спасательных работ в условиях горной местности справедливо считается одним из самых сложных и специфических видов в

практике МЧС и спасательных служб по всему миру. Горный рельеф, характеризующийся резкими перепадами высот, наличием труднопроходимых участков, скальных обрывов, ледников и лавиноопасных склонов, создает уникальную среду, где стандартные алгоритмы спасения, применяемые на равнинной или городской территории, часто оказываются не просто неэффективными, но и опасными для самих спасателей. Главная особенность заключается в том, что время здесь становится критическим фактором не только из-за «золотого часа» для пострадавшего, но и из-за высокой вероятности вторичных поражающих факторов: обвалов, схода селей, внезапного ухудшения погоды или лавин. Условия высокогорья накладывают жесткие ограничения на физические возможности человека: снижение парциального давления кислорода приводит к гипоксии, что уменьшает выносливость и скорость принятия решений даже у профессиональных альпинистов.

Доступность места происшествия — это, пожалуй, главная проблема, с которой сталкиваются руководители аварийно-спасательных формирований при работе в горах. В отличие от дорожной аварии или пожара, спецтехника не может просто подъехать к пострадавшему. Дороги в горной местности часто заканчиваются за несколько километров до эпицентра события, а дальнейшее продвижение возможно только пешим порядком или с использованием специальных вездеходов на гусеничном ходу, которые, однако, не способны преодолевать скальные участки с уклоном более 30 градусов. Это вынуждает спасателей транспортировать всё необходимое оборудование — от носилок и аккумуляторного инструмента до генераторов и тепловых пушек — на собственном плечевом ремне. Каждый килограмм веса здесь ощущается как десять, поэтому в горах вступает в силу принцип «минимализма», когда выбирается только самое необходимое, но при этом многопрофильное снаряжение. Более того, оценка доступности сильно зависит от сезона: весной и осенью скальные тропы становятся обледенелыми, а реки, питающиеся талыми водами, превращаются в бурные потоки, смывающие временные переправы. Это заставляет спасателей прокладывать обходные пути протяженностью в десятки километров, что многократно увеличивает время прибытия к месту ЧС.

Специфика горной местности предъявляет повышенные требования к техническому оснащению аварийно-спасательных подразделений. Стандартная автомобильная техника здесь бесполезна, поэтому основной упор делается на альпинистское и веревочное снаряжение: динамические и статические веревки различных диаметров, зажимы типа «жумар» и «крол», спусковые устройства, карабины с муфтами и оттяжки. Отдельного внимания заслуживают системы вертикальной эвакуации — триподы (треноги) и лебедки, позволяющие поднимать пострадавшего с глубоких ущелий или трещин. Важно понимать, что работа с таким снаряжением в условиях низких температур приобретает свои нюансы: веревки обмерзают и теряют эластичность, металлические карабины примерзают к пальцам при голом контакте, а аккумулято-

ры ручного электроинструмента (например, цепных пил для резки скальных пород) стремительно теряют емкость. Для спасения людей из-под завалов камней или снега применяются пневмоподушки высокого давления и гидравлические домкраты, однако их доставка на высоту 3000 метров часто становится отдельной спасательной операцией. Кроме того, обязательным элементом является спутниковая навигация и связь: радиоволны в горах экранируются скалами, поэтому УКВ-радиостанции маломощны, и без персональных GPS-маяков) или спутниковых телефонов работа современной группы фактически невозможна.

Тактика ведения поиска в горах кардинально отличается от равнинной. Пострадавший или группа туристов, как правило, находится в зоне, невидимой с воздуха из-за складок рельефа или леса. Поэтому авиация используется не столько для сплошного прочесывания, сколько для высадки тактических групп в ключевые точки — так называемые «места сбора» или на перевалы, откуда спасатели начинают веерное движение вниз по долинам. Огромное значение имеет звуковая сигнализация и визуальное наблюдение: в ясную погоду дымовые шашки и сигнальные зеркала видны за десятки километров, но в тумане или снегопаде, которые в горах наступают внезапно, эффективность падает почти до нуля. Для поиска в зонах камнепадов и лавин применяются специальные биперы (авиационные маячки), работающие в режиме поиска, а также георадары и акустические датчики, способные уловить звук или движение под толщей снега. Если же речь идет о падении с высоты, то зона поиска расширяется по принципу «конуса осыпания» — пострадавший может оказаться в сотне метров от места срыва, в хаотичном нагромождении скальных обломков.

Медицинское обеспечение в полевых условиях — еще одна критическая особенность. Травмы, типичные для горной местности, отличаются высокой степенью тяжести: это множественные переломы (компрессионные переломы позвоночника, переломы основания черепа, переломы костей таза), черепно-мозговые травмы, обширные рваные раны и, что характерно именно для высокогорья, отек легких или отек мозга на высоте. В условиях, когда эвакуация до стационара может занять от 6 до 48 часов, спасатель вынужден выполнять роль реаниматолога и травматолога одновременно. Иммобилизация здесь производится не стандартными шинами Крамера, а вакуумными матрасами, которые одновременно фиксируют тело, защищают от переохлаждения и позволяют транспортировать пострадавшего в любом положении, включая вертикальное подвешивание. Важнейшим требованием является обеспечение стабильной терморегуляции: даже летом на высоте 2500 метров температура может упасть ниже нуля, а гипотермия ускоряет летальный исход при травматическом шоке. Спасатели используют грелки, изотермические одеяла и термочехлы.

Одной из самых опасных ситуаций является сход снежной лавины и последующие аварийно-спасательные работы. Время здесь измеряется минутами: через 15 минут после засыпания шанс выжить у пострадавшего снижается до 30 %, а через час — практически к нулю, и это при том, что развернуть полноценную операцию на лавиноопасном склоне крайне рискованно. Спасатели обязаны соблюдать жесткие меры безопасности: использовать страховочные веревки, работать зондами и передвигаться по склону только по определенным, заранее разведанным маршрутам, чтобы не спровоцировать повторный сход. Тактика поиска в лавине включает три этапа: быстрый визуальный осмотр (поиск обрывков снаряжения), применение электронных детекторов (биперов) и, наконец, щупование — зондирование снежной толщи длинными щупами. Если глубина залегания превышает 1,5–2 метра, откапывать пострадавшего вручную бесполезно, требуются лавинные рюкзаки-подушки и механизированные средства, однако часто их просто нет под рукой, что заставляет спасателей действовать как археологов на раскопках — быстро, но осторожно, чтобы не повредить конечности жертвы.

В заключение необходимо подчеркнуть, что успех аварийно-спасательных работ в горной местности зиждется на трех столпах: глубокое знание рельефа и метеорологии, безупречное владение альпинистским снаряжением и абсолютная психологическая устойчивость личного состава. Горная среда не прощает самоуверенности и непрофессионализма — здесь ошибка одного может стоить жизни всей группе. Однако, несмотря на технический прогресс, человеческий фактор остается главным: способность разумно рисковать, выносливость и желание идти на помощь в любую погоду по-прежнему спасают больше жизней, чем самая современная техника. Только системный подход к обучению, оснащению и организации взаимодействия способен эффективно противостоять суровой стихии гор, где каждый спасенный — это маленькая победа над самой природой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В. Особенности проведения аварийно-спасательных работ в условиях завалов: учебное пособие/ Багажков И.В., Коноваленко П.Н., Дормидонтов А.В. . - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2016. - 86 с.
2. И.В. Багажков. Тактика аварийно-спасательных работ: учебное пособие / О.Н. Белорожев, А.Н. Мальцев, С.Н. Никишов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 112 с.
3. Багажков И.В. Особенности проведения аварийно-спасательных работ в условиях завалов: учебное пособие/ И.В. Багажков ,П.Н. Коноваленко , А.В. Дормидонтов - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 76 с.
4. Багажков И.В. Организация и ведение аварийно-спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Часть 1:

учебное пособие/ И.В. Багажков, А.С. Давиденко и др. - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 100 с

5. Кропф, Ф. А. Спасательные работы в горах : учебное пособие для альпинистов и туристов / Ф. А. Кропф. — 2-е изд., перераб. — Москва : Профиздат, 1975. — 224 с.

УДК 614.841

А.В. Щербаков, И.В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ПРИ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ (ОТКЛЮЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ОБРЫВ МАГИСТРАЛЕЙ)

Аннотация: В статье рассматриваются критические аварийные режимы функционирования инженерных систем пожарной безопасности — полное отключение электроэнергии и механические повреждения (обрыв) питающих магистралей. Показано, что действующие нормативные документы ориентированы на штатную работу систем и не в полной мере учитывают наложение отказа электропитания и пожарной нагрузки. Предложены технические и схемные решения: селективное резервирование, автономные источники давления, байпасные обводные линии, применение низковольтных контроллеров и нетермочувствительных трасс прокладки кабелей. Сформулированы требования к расчёту времени работоспособности системы в аварийном режиме.

Ключевые слова: огнестойкость инженерных систем, аварийный режим, отключение электроэнергии, обрыв трубопровода, спринклерная система, пожаротушение, резервирование, пожарная безопасность объектов.

A. V. Shcherbakov, I. V. Bagazhkov

ENSURING FIRE RESISTANCE OF ENGINEERING SYSTEMS IN CASE OF EMERGENCY OPERATION (POWER OUTAGE, MAINS BREAKAGE)

Abstracts: The article discusses critical emergency modes of operation of engineering fire safety systems — complete power outage and mechanical damage (breakage) of supply lines. It is shown that the current regulatory documents are focused on the regular operation of the systems and do not fully take into account the imposition of power failure and fire load. Technical and circuit solutions are proposed: selective redundancy, autonomous pressure sources, bypass lines, the use of low-voltage controllers and non-

thermosensitive cable routing. The requirements for calculating the operating time of the system in emergency mode are formulated.

Keywords: fire resistance of engineering systems, emergency mode, power outage, pipeline breakage, sprinkler system, fire extinguishing, redundancy, fire safety of facilities.

Современные системы противопожарной защиты (СППЗ) - сложные инженерные комплексы, включающие насосные станции, системы дымоудаления, побудительные устройства спринклерных систем, автоматику газового пожаротушения. По статистике ВНИИПО, в 23 % пожаров на промышленных объектах причиной недостижения проектного уровня безопасности стал не сам пожар, а отказ или снижение эффективности инженерных систем вследствие аварийных режимов энергоснабжения или разрушения магистралей. [1]

При этом типовые решения (дизель-генераторы, два ввода питания) ориентированы на кратковременные отключения и не учитывают такие сценарии, как:

1. обрыв системы водоснабжения от обрушения конструкции;
2. короткое замыкание с потерей сразу двух фидеров;
3. термическое воздействие на трубопроводы до их полной разгерметизации.

В данной работе целью является выявить уязвимости существующих СППЗ при аварийных режимах и разработать принципы обеспечения их огнестойкости в условиях неопределённости.

Отключение электроэнергии является одним из наиболее распространенных. Системы, теряющие работоспособность при пропадании напряжения 220/380 В: питательные насосы спринклерного и дренчерного пожаротушения; электроприводы пожарных клапанов и шиберов дымоудаления; панели управления (контроллеры, логика); системы оповещения и аварийного освещения. Вот один из таких случаев: на складе логистического центра через 40 секунд после пропадания внешнего питания вышел из строя автоматический пуск резервного генератора (залипание контактора). Вода в спринклерную сеть поступала по инерции центробежного насоса ещё 12 секунд, после чего давление упало ниже рабочего - пожар перешёл в неконтролируемую стадию. [2]

Обрыв магистрали (механический или термический) Возможен при: обрушении перекрытий (взрыв, землетрясение, потеря несущей способности от огня); перерезывании трубопровода падающими конструкциями; оплавлении неметаллических вставок при пожаре. Последствия: падение давления, сработка только тех оросителей, которые находятся на возвышенном участке (от места обрыва ниже по склону), неспособность системы создать требуемую интенсивность орошения на всей защищаемой площади.

Наложенные режимы - «пожар + потеря функционала СППЗ» Наиболее опасен сценарий, когда отключение электроэнергии и/или обрыв происходят в результате самого пожара (термическое воздействие на кабельные линии, оплавление фитингов). В этом случае время восстановления штатного питания

превышает время свободного развития пожара. В СП 5.13130, СП 7.13130, ГОСТ Р 53325 предписывается: наличие основного и резервного ввода питания; огнестойкость кабельных линий не менее 0,5 ч (для систем 1-й категории); автоматическое переключение на резерв.

Основные недостатки:

1. Требования сформулированы для конкретного оборудования отдельно (насос, шкаф, клапан), но не для функциональной цепочки (датчик → логика → клапан → насос → сеть → ороситель).

2. Не регламентируется поведение системы при обрыве магистрали между насосной станцией и защищаемой зоной.

3. Отсутствуют методики расчёта минимально допустимого давления в аварийном режиме при частичной потере сетевой структуры.

Таблица. Схемно-конструктивные решения

Аварийный режим	Предлагаемое решение	Ожидаемый эффект
Полное отключение электроэнергии	Пневмоаккумуляторы (струйные насосы) или гидропневмобаки с запасом воды под сжатым воздухом (2...3 мин работы без электропитания)	Поддержание давления до пуска ДГУ или прибытия ПА
Обрыв магистрали между насосной и объектом	Кольцевая схема сети и секционирующие задвижки с дистанционным (механическим/гидравлическим) управлением, взрывозащищённые муфты	Автоматическая изоляция порванного участка
Потеря логического управления (контроллер сгорел)	Дублирование логики простейшими аппаратными приоритетами: реле давления, механические побудители, термозамки на байпасах	Бестоковая работа: физический сигнал (упало давление) запускает насос напрямую

Применение стальных бесшовных труб с наружным огнезащитным покрытием (вспучивающиеся составы) для зон возможного обрушения. Избыточность трасс: прокладка двух параллельных магистралей в разных помещениях или шахтах с разнесением не менее 6 м (чтобы при обрушении одного блока второй оставался цел). Запрет неметаллических компенсаторов и муфт в зонах, где нормативная огнестойкость здания превышает EI 60.

Режим «ограниченной работоспособности» допускается снижение проектной интенсивности орошения не более чем на 30 % в течение 10 минут при

условии, что давление в системе не падает ниже минимального паспортного значения для 50 % оросителей. Данная норма должна быть явно внесена в техническое задание на объект и проверена гидравлическим расчётом с отключённым повреждённым участком.

Рассмотрим складское здание высотой 8 м. Исходная спринклерная система: насос 100 м³/ч, напор 60 м. Смоделирован обрыв магистрали Ду100 в точке, расположенной в 40 м от насосной, с частичной потерей 20 % пропускной способности сети. Расчёт в программе гидравлического моделирования (EPANET 2.2) показал: при кольцевой схеме с секционирующими задвижками (предлагаемое решение): напор у диктующего оросителя снижается с 5,2 до 4,1 бар, интенсивность – с 0,18 до 0,14 л/(с·м²) (22 % потери). При тупиковой схеме (существующее типовое решение): напор падает до 1,8 бар, интенсивность - до 0,06 л/(с·м²), что ниже нормативной (0,12). Вывод: кольцевание с автоматической изоляцией аварийного участка позволяет сохранить работоспособность системы в аварийном режиме обрыва.

Практические рекомендации проектировщикам и эксплуатирующим организациям при проектировании выполнять расчёт системы для двух дополнительных сценариев:

1) отказ одного из двух вводов электропитания + потеря 30 % ёмкости сети;

2) обрыв любой магистрали Ду ≥ 65 мм в ближайших от насосной 20 м. Предусматривать резервный пуск насосной станции не только от ДГУ, но и внутренним компрессором с ресивером (обеспечивает запуск одной рабочей ступени в течение 60 с без внешней сети).

1. Для кабельных трасс использовать только кабели с индексом FR (огнестойкие), прокладывать в стальных трубах под бетонной стяжкой или в шахтах с пределом огнестойкости EI 90, а не EI 45.

2. Проводить испытания с имитацией отключения питания основного ввода и одновременной механической разгерметизацией участка сети (путём открытия штатного дренажного вентиля).

Разработаны принципы обеспечения функциональной огнестойкости инженерных систем при аварийных режимах, включая полное отключение электроэнергии и обрыв магистральных трубопроводов. Все предлагаемые решения: кольцевые сети, пневмоаккумуляторы, секционирующие задвижки, резервная логика на реле давления - основаны на физическом резервировании и не требуют сложного программирования.

Дополнительный учёт аварийных сценариев при проектировании повышает вероятность успешного тушения пожара на 35...40 % (по оценке для объектов категории А, Б). Требуется корректировка ведомственных норм (СП, НПБ) в части обязательного расчёта системы на обрыв магистрали и одновременную потерю электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.В., Глуховенко Ю.М. Аварийные режимы систем водяного пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. 2022. № 4. С. 52-61.
2. Отчёт по расследованию пожара на складе ООО «Логистик-Центр» (дело № 1-25/2022), МЧС РФ, 2023.
3. СП 5.13130.2019 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. - М.: ВНИИПО, 2019.
4. NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2022 ed. - Quincy, MA: NFPA.
5. Исаев А.Н., Копылов Н.П. Гидравлические расчёты при частичной потере целостности спринклерной сети // Технологии техносферной безопасности. 2023. № 1. С. 18–27.

УДК 614.835-544.2

А.А. Щербаков, О.С. Романова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ГИБЕЛИ ДЕТЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ

Аннотация: В статье рассматривается проблема гибели детей при пожарах, которая, несмотря на принимаемые меры, остаётся острой. Также здесь анализируются основные причины трагедий и необходимость комплексного совершенствования профилактической работы. В статье подчёркивается, что только совместные усилия всех служб и формирование культуры безопасности как привычки способны минимизировать риски и спасти детские жизни.

Ключевые слова: трагедия, меры, профилактика, пожарная безопасность, гибель детей

A.A. Shcherbakov, O.S. Romanova

IMPROVEMENT OF PREVENTIVE WORK TO PREVENT THE DEATH OF CHILDREN IN FIRES

Abstracts: This article examines the problem of death of children in fires, which remains acute despite the measures taken. It also analyzes the main causes of these tragedies and the need for comprehensive improvements in preventive measures. The article emphasizes that only the joint efforts of all agencies and the development of a safety culture as a habit can minimize risks and save children's lives.

Keywords: tragedy, precautions, prevention, fire safety, death of children

Гибель детей при пожарах — трагедия, которую в большинстве случаев можно предотвратить. Несмотря на принимаемые меры, проблема остаётся актуальной, поэтому важно постоянно совершенствовать профилактическую работу. Разберём, какие шаги помогут снизить риски.

Прежде чем предлагать решения, важно понимать, что приводит к трагедиям:

1. Неосторожное обращение с огнём. Дети, особенно младшего возраста, могут играть со спичками, зажигалками, не осознавая последствий.

2. Отсутствие присмотра. Оставленные без контроля дети могут случайно устроить возгорание.

3. Недостаток знаний о правилах пожарной безопасности. Даже школьники не всегда знают, как действовать при пожаре.

4. Неисправность электрооборудования и печного отопления. Это создаёт угрозу даже при отсутствии прямого участия детей в возникновении пожара.

5. Затруднённая эвакуация. Заблокированные выходы, решётки на окнах, паника мешают детям спастись [3].

Чтобы снизить число трагедий, необходимо усилить работу по нескольким направлениям.

1. Просвещение и обучение

- Включение основ пожарной безопасности в школьную программу. Короткие уроки или модули в рамках ОБЖ помогут детям усвоить правила поведения при пожаре.

- Интерактивные занятия для дошкольников. Использование игр, мультфильмов, квестов делает обучение увлекательным и запоминающимся.

- Родительские собрания с участием пожарных. Специалисты могут наглядно показать, какие опасности подстерегают детей, и дать практические советы.

2. Работа с семьями из групп риска

- Выявление неблагополучных семей. Совместная работа социальных служб и МЧС позволит определить семьи, где дети находятся в зоне повышенного риска.

- Установка автономных дымовых извещателей. Бесплатное или льготное обеспечение таких семей датчиками дыма может спасти жизни: раннее оповещение даёт время на эвакуацию.

- Консультации по пожарной безопасности на дому. Пожарные или волонтеры могут проверить состояние электропроводки, печного отопления и дать рекомендации.

3. Информационно-разъяснительная кампания

- Социальные ролики и реклама. Короткие видео в СМИ и соцсетях, показывающие, как предотвратить пожар и что делать, если он возник.

- Тематические акции и флешмобы. Например, «День пожарной безопасности» в микрорайонах с раздачей памяток и демонстрацией оборудования пожарных.

- Использование интернет-ресурсов. Создание интерактивных онлайн-игр и приложений для детей, посвящённых правилам пожарной безопасности.

4. Улучшение инфраструктуры

- Проверка жилых домов. Регулярные инспекции многоквартирных и частных домов на предмет соблюдения норм пожарной безопасности.

- Обеспечение безопасных эвакуационных путей. Контроль за тем, чтобы выходы не были загромождены, а решётки на окнах первых этажей имели возможность быстрого открывания.

- Оснащение образовательных учреждений. Проверка наличия и исправности огнетушителей, планов эвакуации, систем оповещения.

5. Вовлечение общественности

- Волонтёрские программы. Привлечение студентов и активных граждан к проведению профилактических мероприятий в школах и дворах.

- Сотрудничество с НКО. Некоммерческие организации могут помогать в организации обучающих мероприятий и поддержке семей из групп риска.

- Обратная связь от жителей. Создание каналов для сообщений о потенциальных угрозах (например, неисправной проводке в подъезде) позволит оперативно устранять риски [5]. Некоторые регионы уже внедряют эффективные меры:

- Проект «Пожарная безопасность — детям». В рамках программы пожарные проводят уроки в школах, раздают раскраски и буклеты с правилами поведения при пожаре.

- Раздача дымовых извещателей многодетным семьям. Пилотные проекты показали, что это снижает риск гибели при ночных пожарах.

- Мобильные приложения с инструкциями. Интерактивные приложения для смартфонов помогают детям и родителям в игровой форме изучить правила эвакуации.

Совершенствование профилактической работы требует комплексного подхода: обучения детей и родителей, поддержки уязвимых семей, улучшения инфраструктуры и активного вовлечения общества. Только совместные усилия МЧС, образовательных учреждений, социальных служб и граждан помогут свести к минимуму риск гибели детей при пожарах [6].

Профилактика — это не просто информирование, а создание среды, где безопасность становится привычкой. Инвестируя в неё сегодня, мы спасаем жизни завтра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (акцент на профилактическую деятельность и полномочия МЧС).
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (требования к эвакуационным путям, содержанию домов, установке извещателей).
3. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. «Анализ гибели детей при пожарах в России и зарубежный опыт профилактики». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2022.
4. Куренкова Е. Н., Шаров А. В. «Социальный патронаж и профилактика пожаров: опыт регионов». – Журнал «Пожарная безопасность», № 4, 2023.
5. Матюшин А. А., Швырков С. А. «Системный подход к снижению гибели детей при пожарах: профилактика, инфраструктура, контроль». – Журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации», № 2, 2024.
6. Методические рекомендации МЧС России «Организация адресной профилактики пожаров в жилье с социально неблагополучными семьями». – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021.

УДК 614.841

А.В. Щербаков, О.Н. Сони́на

Ивановская Пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ААС КНД

Аннотация: Вступил в силу обновленный регламент автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС (ААС КНД) согласно приказу МЧС России от 16.01.2026 № 32. Основные функции системы: автоматизация контроля соблюдения требований пожарной безопасности; оценка рисков на различных объектах; анализ результативности профилактических мероприятий; совершенствование планирования надзорной деятельности.

Ключевые слова: реестр, модуль, Государственный пожарный надзор, МЧС России, ААС КНД, мониторинг, оценка.

A.V. Shcherbakov, O.N. Sonina

UPDATING THE REGULATORY FRAMEWORK FOR WORKING IN THE AAC CND

Abstracts: The updated regulations of the automated analytical support and management system for the control and supervisory authorities of the Ministry of Emergency Situations (AAC CND) have entered into force in accordance with the order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated January 16, 2026 No. 32. The main functions of the system are automation of fire safety compliance control; risk assessment at various facilities; analysis of the effectiveness of preventive measures; improvement of planning of supervisory activities.

Keywords: registry, module, State Fire Supervision, Ministry of Emergency Situations of Russia, AAC CND, monitoring, assessment.

В современных условиях эффективность надзорной деятельности неразрывно связана с внедрением соответствующих информационно-технологических решений [1–8]. Основное функциональное назначение автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России (далее — ААС КНД) заключается в обеспечении непрерывного функционирования информационной платформы и организации межсистемного взаимодействия с внешними государственными информационными системами. ААС КНД интегрирована с Единым порталом государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ), Государственной информационной системой о государственных и муниципальных платежах (ГИС ГМП), единым реестром проверок, платформой досудебного обжалования, Государственной автоматизированной системой «Управление», а также обеспечивает межведомственный электронный обмен данными с иными федеральными органами исполнительной власти



Рисунок. Схема задач ААС КНД

Внедрение и развитие ААС КНД осуществляется в целях повышения уровня защищенности населения и объектов критической инфраструктуры от пожаров и чрезвычайных ситуаций (ЧС) посредством применения современных инструментов превентивного контроля, основанных на анализе данных. Функционал системы включает мониторинг пожарной безопасности, ведение реестра нарушений, автоматизированную аналитическую обработку информации, формирование сводной отчетности, информационную поддержку принятия управленческих решений в области профилактики ЧС, а также информирование руководящего состава МЧС России. Модульная архитектура платформы, объединяющая функциональные блоки и реестры, обеспечивает гибкую адаптацию к изменяющимся задачам надзорной деятельности.

Таблица Таблица ААС КНД МЧС России

ААС КНД МЧС России	
Реестры: - подразделений и должностных лиц, - контролируемых лиц, - поднадзорных объектов, - изменений категорий риска, - мероприятий, - дел об административных правонарушениях, - профилактики, - судебно-экспертных учреждений.	Участники: - должностные лица структурных подразделений центрального аппарата МЧС России, в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления ФГПН, ФГНГО, ФГНЧС, ГНГПН, ГНГО, ГНЧС, ФГЛКМ и ФГЛКТ; - должностные лица территориальных органов МЧС России, их территориальных отделов, объектовых подразделений ФПС ГПС МЧС России в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления ФГПН, ФГНГО, ФГНЧС, ГНГПН, ГНГО, ГНЧС, ФГЛКМ и ФГЛКТ; - должностные лица специальных управлений ФПС МЧС России и их структурных подразделений в сферу ведения которых входят вопросы организации и осуществления ФГПН, ГНГПН; - должностные лица ФГБУ ВНИИПО МЧС России, для актуализации справочников ААС КНД, формирования аналитических материалов, оценки деятельности органов МЧС России, обработки данных по пожарам и их последствиям.
Модули: - учета пожаров и их последствий, - мониторинга, - взаимодействия, - уведомлений, - задач, - базы знаний, - шаблонов, - справочников.	

Права и обязанности участников эксплуатации ААС КНД регламентируются на основе модели привилегий, закрепленной настоящим Регламентом. Модель включает следующие привилегии: «Администратор», «Редактор», «Начальник», «Заместитель начальника», «Инспектор». Персональную ответственность за эксплуатацию ААС КНД в территориальном органе МЧС России несут главный государственный инспектор субъекта Российской Федера-

ции по пожарному надзору и (или) его заместители. Участникам эксплуатации ААС КНД запрещается вносить в систему информацию, содержащую сведения, составляющие государственную тайну, а также служебную информацию ограниченного распространения, включая проекты соответствующих документов.

Реестр подразделений и должностных лиц представляет собой совокупность пользовательских экранов (разделов): «Общие сведения», «Должностные лица», «Материальное оснащение и расходы», «Пакетная обработка». Указанный реестр содержит данные о структурном подразделении и соответствующих должностных лицах, оснащен интерфейсом поиска по наименованию подразделения и предусматривает возможность передачи объектов надзора между подразделениями.

Реестр контролируемых лиц включает пользовательские экраны: «Юридические лица», «Индивидуальные предприниматели», «Органы государственной власти и местного самоуправления», «Физические лица», «Самозанятые», «Иностранные юридические лица», «Филиалы иностранных юридических лиц», «Иностранные физические лица». Данный реестр аккумулирует сведения о физических лицах и организациях, являющихся собственниками (правообладателями) объектов надзора, с возможностью фильтрации информации на каждом экране (разделе).

Реестр поднадзорных объектов представляет собой совокупность пользовательских экранов (разделов), содержащих сведения об объектах надзора, в том числе полученные посредством системы межведомственного электронного взаимодействия, с возможностью фильтрации.

Реестр изменений категорий риска включает пользовательские экраны (разделы), предназначенные для организации деятельности органов государственного пожарного надзора (ГПН), и содержит информацию об изменении категорий риска в процессе их пересмотра, а также при поступлении от правообладателя объекта мотивированного заявления об изменении присвоенной категории риска.

Реестр мероприятий представляет собой совокупность пользовательских экранов (разделов) для осуществления федерального государственного пожарного надзора (ФГПН), федерального государственного надзора в области гражданской обороны (ФГНГО), федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ФГНЧС), государственного надзора за состоянием гражданской обороны (ГНГПН, ГНГО, ГНЧС), а также федерального государственного лесного контроля (надзора) (ФГЛКМ) и федерального государственного контроля (надзора) в области охраны лесов (ФГЛКТ). Реестр содержит сведения о проводимых мероприятиях и обеспечивает возможность формирования документов по их результатам.

Реестр дел об административных правонарушениях включает пользовательские экраны (разделы) для организации деятельности органов ГПН, содержит перечень сведений и материалов по делам об административных правонарушениях, предусматривает формирование документов по результатам рассмотрения дел и фильтрацию по различным параметрам.

Реестр профилактики представляет собой совокупность пользовательских экранов для организации деятельности органов ГПН, содержащих сведения о профилактических мероприятиях (объявление предостережения, консультирование), их результатах, предложениях по соблюдению обязательных требований, разъяснениях вопросов организации и осуществления государственного надзора, а также информацию об обязательных требованиях, их соответствии категориям риска и рекомендуемых способах снижения категории риска.

Модуль учета пожаров и их последствий предназначен для формирования электронных баз данных, аккумулирующих сведения о пожарах и их последствиях. Формирование информации осуществляется посредством заполнения соответствующих полей электронной карточки учета пожара и его последствий.

Модуль мониторинга представляет собой информационный ресурс, предоставляющий пользователю интуитивно понятный интерфейс для контроля хода выполнения операций и внесения информации в ААС КНД. Модуль взаимодействия обеспечивает работу с системами, интегрированными с ААС КНД.

Техническую поддержку функционирования ААС КНД осуществляет служба технической поддержки федерального государственного бюджетного учреждения «Информационно-аналитический центр МЧС России». Подготовка обучающихся в образовательных организациях, находящихся в ведении МЧС России, к работе в ААС КНД производится, в том числе, с использованием учебного стенда ААС КНД, размещенного в ведомственной сети интранет по адресу: <http://knd.gpn.edu.mchs.ru>.

Применение ААС КНД способствует существенному повышению эффективности надзорной деятельности, минимизации влияния человеческого фактора и снижению уровня потенциальной опасности для населения и имущества на территории Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осмоловская А.А. [и др.] Регламентация и структурирование специальных технических условий по пожарной безопасности // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VII международной научно-практической конференции. Иваново, 2024. С. 295-299. – EDN: CWNEPR
2. Лазарев А.А. [и др.] Анализ результатов контрольной деятельности в области пожарной безопасности в 2023-2024 годах // Сборник материалов научных меро-

приятий учебно-научного комплекса «государственный надзор» за 2024 год. результаты научных мероприятий: три внутри академические научно-практические семинары; внутри академический круглый стол. Иваново, 2025. С. 52-57. – EDN: BWVYUJ

3. Романова О.С. [и др.] О пожарной безопасности населенных пунктов, подверженных угрозе ландшафтных (природных) пожаров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 341-346. – EDN: ODBFRW

4. Якупова Э.Ф. [и др.] О пожарной безопасности деревянных конструкций // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 561-565. EDN: QVITEA

5. Романова О.С. [и др.] Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 347-351. EDN: RXCHMG

6. Булат А.И. [и др.] Использование материалов от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 61-65. - EDN: LEWZBW

7. Липинская А.А. [и др.] Анализ судебной практики приведения в пожаробезопасное состояние торговых центров // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 254-257. - EDN: OPEJFE

8. Калюжный Н.П. [и др.] Совершенствование подготовки должностных лиц нештатной службы профилактики в местном пожарно-спасательном гарнизоне // Пожарная и аварийная безопасность. 2025. № 2 (37). С. 6-14. - EDN: ERAUGA

Оглавление

<i>Абразумов В.В., Фролов С.В., Токарева О.В.</i> Современные тенденции развития мониторинга лесных пожаров.....	3
<i>Агапова С.М., Юнин Д.А.</i> Возможности нейросетей для осуществления противопожарной пропаганды.....	8
<i>Агарков М.А., Соколянский В.В.</i> Проектирование противопожарной защиты зданий. Граница между чертежом и реальностью	12
<i>Алтынбаев И. Н., Шипилов Р. М.</i> Предложения по совершенствованию подготовки ГДЗС с помощью новых технических средств обучения.....	17
<i>Амерханов Т.Р., Амерханова О.О., Стеблянский Л.Н.</i> Системы искусственного интеллекта как помощник руководителя тушения пожара (РТП) в здании: маршрутизация звеньев ГДЗС и прогнозирование опасных факторов	23
<i>Анварбегов А.А., Панев Н.М.</i> Анализ судебной практики по делам о нарушении требований противопожарного режима применительно к электроустановкам.....	27
<i>Архинов И.Д.</i> Совершенствование перечня оборудования, используемого для осуществления лицензируемой МЧС России деятельности.....	31
<i>Багажков И.В., Иванова Д.Ю.</i> Возможности и перспективы применения технологий искусственного интеллекта в сфере обеспечения пожарной безопасности.....	36
<i>Багажков И.В., Косарева А.В.</i> Совершенствование систем дымоудаления и подпора воздуха: современные тенденции и перспективы.....	38
<i>Багажков И.В., Кузнецов Е.М.</i> Беспилотные летательные аппараты в системе обеспечения пожарной безопасности.....	44
<i>Барышников Р.Е., Шмелева Ю.В.</i> Искусственный интеллект и пожарная безопасность: баланс между технологическим прогрессом и человеческими ценностями.....	49
<i>Беляев В.В., Жучков В.В.</i> Совершенствование малорасходных пожарных кранов и их применения в нормативно правовых актах	53
<i>Беспалов А.В., Фомин А.В.</i> Требования пожарной безопасности к применению облицовочных и декоративно-отделочных материалов путей эвакуации на объектах культурного наследия, ...	62
<i>Биткина А.Д., Кочетова А. А., Шабунин С.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л.</i> Оценка теплофизических свойств полимерных связующих для огнезащитных составов	67
<i>Василевич Н.С., Лазарев А.А., Липинская А.А., Цветков Д.Е., Коноваленко Е.П.</i> Распространение некоторых норм пожарной безопасности на отношения сторон, возникшие до их принятия	71
<i>Василевич Н.С., Панев Н.М.</i> Анализ судебной практики административных правонарушений в области пожарной безопасности и проблемы правоприменения СП 6.13130	77

Василевич Н.С., Панев Н.М. Эволюция требований пожарной безопасности к электроустановкам на примере редакций СП 6.13130.2021 и СП 6.13130.2025	82
Васильков Д.В., Александров А.С., Голикова В.В. Нелинейная динамика контактных взаимодействий в трибосопряжениях при механической обработке	87
Ведяскин Ю.А., Молодцова Н.А. Анализ современных тенденций совершенствования автоматизированных систем пожарной безопасности объектов ..	95
Гаврюшенко В.П. Генеративный ИИ как инструмент создания адаптивного контента в системе противопожарной пропаганды	101
Гаврюшенко В.П. Предиктивная пропаганда: применение нейросетевых моделей для прогнозирования эффективности обучающих материалов по пожарной безопасности	107
Ганченков А.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Об основных результатах работы по разработке предложений, направленных на предупреждение возникновения пожаров от бытовых электротехнических устройств	112
Глушко С.Е., Чистов П.В., Апарин А.А. Разработка базы данных чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением населённых пунктов в ночное время (в контексте пожарной безопасности объектов)	118
Гойкалов Г.Г., Гузь С.В. Проблемные вопросы возложенных полномочий на органы местного самоуправления в области соблюдения требований пожарной безопасности	127
Гуляев Д.А., Килевый А.А. Применение технологий искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности	131
Гуляев Д.А., Яковлев А.Д. Влияние минерализации воды на кратность и стойкость пены, получаемой современными пеногенераторами	135
Дауменов А.Д., Шимитило В.Л., Усачева Т.В. Системы капельного пожаротушения для объектов культурного наследия на примере Государственного музея изобразительных искусств имени А. С. Пушкина	139
Елфимов Н.В., Горбунов А.С. Мониторинг состояния технологических трубопроводов при помощи волоконно-оптических датчиков	145
Емелин В.Ю., Бурова Ю.М. Перспективы применения технологий искусственного интеллекта при рассмотрении обращений в области обеспечения пожарной безопасности	148
Емельянов Н.А. Термический разгон литий-ионных аккумуляторов в электромобилях: анализ литературы и методы оперативного тушения.....	153
Еременко Д.С., Цветков Д.Е. Совершенствование нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты	158
Железов Н.В., Пырхова А.А., Горский В.Е., Сорокин Д.В., Комельков В.А. Анализ пожаров литий-ионных аккумуляторов в Российской Федерации в период 2020–2025 гг.....	164
Житнухин Б.А. Способы повышения изоляционной способности и устойчивости противопожарных покрывал к воздействию открытого пламени при пожарах класса В	167

Загуменнова М.В., Фирсов А.Г., Преображенская Е.С. Использование современных ИТ-технологий в разработке профессиональных пожарно-инспекционных киберфизических систем	173
Зенкова И.Ф., Адамов Д.С., Шарапов М.А. Общие принципы технического регулирования в области пожарной безопасности	178
Зыков В.И., Петренко А.П., Толмачев М.А. Современная система радиоканального пожарного мониторинга на АЭС	181
Зылёв Л.И., Багажков И.В. Особенности подачи огнетушащих веществ в условиях разрушенных наружных водопроводных сетей	186
Зылёв Л.И., Багажков И.В. Сравнительный анализ тактики проведения АСДНР в зданиях старой и новой планировки жилого фонда	190
Иванчев С.Ю., Соколянский В.В. Запасные выходы на случай пожара	195
Ионов А.М., Ведяскин Ю.А. Применение технологий искусственного интеллекта в области систем пожарной сигнализации	199
Кайбичев И.А. Прогнозирование обстановки с пожарами на объектах с автоматическими установками пожаротушения	202
Калашников Д.В., Апарин А.А., Семенов А.О. Анализ методов наземного мониторинга лесных пожаров	206
Калашников Д.В., Апарин А.А., Семенов А.О. Анализ способов проведения авиационного мониторинга лесных пожаров	213
Клушин А.Н., Циркина О.Г., Сырбу С.А. Разработка интумесцентного огнезащитного состава для смесовых тканей технического назначения	218
Коваленко Д.Д., Волков А.В. Сравнительный анализ архитектурных решений и программного обеспечения систем противопожарной защиты «Рубеж» и «Болид» ..	221
Коваленя В.О., Шипилов Р.М. Комплекс предложений по разработке и обоснованию нормативов по работе пожарно-спасательных подразделений со специальным спасательным оборудованием	227
Комяков А.Н., Чистяков Т.И., Болдырев Е.Н., Жучков В.В., Петербургский Д.А. Использование водных ресурсов малых водотоков для противопожарных нужд	231
Копец Ю.В. О разработке структурно-функциональной модели автоматизированной системы мониторинга и прогнозирования пожаровзрывоопасных ситуаций на технологических линиях пиролиза отходов	236
Коржова В.Р., Лазарев А.А., Липинская А.А., Солдатов Р.А., Емелин В.Ю., Сони́на О.Н., Цветков Д.Е. Алгоритм разработки и регистрации декларации пожарной безопасности	242
Кочнов О.В. Границы применения метода измерения уровня помех при оценке разборчивости речи, выполняемой при проектировании систем оповещения	248
Красногрудов А.В. О подходе к классификации профессионального риска на пожаро- и взрывоопасных объектах на основе статистического анализа	254
Крашенинникова Е.А., Багажков И.В. Проблема использования водоснабжения для тушения пожаров частных домов от пожарного гидранта	259

Кристов Д.Р., Соколянский В.В. Противодымная защита здания. Почему она чаще подводит, чем спасает	262
Кружилов А.В., Мирошников И.В., Воронова Ю.А., Баскаков С.В. Стимулирование добровольного соблюдения требований пожарной безопасности: правовые механизмы и их эффективность	268
Кузнецов Я.М., Фомичев Л.Ю., Минаева И.А. Влияние автоматизации испытаний установок пожаротушения на безопасность труда при эксплуатации объектов защиты	272
Куттыбаев Е.М., Олейников В.Т. Интегрированная модель управления реагированием пожарно-спасательных подразделений с элементами искусственного интеллекта на основе системы «112» и геоинформационных технологий	276
Лашкин М.Д., Цветков Д.Е. Оценка возможности использования ИИ-бота для проведения предварительного консультирования в органах ГПН	282
Логвинец М.А., Семенова В.И., Бубнов В.Б. Эволюция нормативного регулирования СОУЭ. Сравнительный анализ подходов классификации системы оповещения в СП 3.13130.2009 и СП 3.13130.2026	285
Логвинец М.А., Семенова В.И., Панев Н.М. Пожарно-техническая экспертиза электроустановок: современное состояние, проблемы доказательственного значения и анализ правоприменительной практики	288
Макаров М.С., Бубнов В.Б. Правовое регулирование обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей: баланс между доступностью и безопасностью	293
Макаров М.С., Лазарев А.А., Степанян Д.А., Романова О.С., Редков С.К. Правоприменение в условиях особого противопожарного режима: судебная практика и пути совершенствования надзорной деятельности	298
Макаров М.С., Панев Н.М. Пожарная безопасность электроустановок объектов культурного наследия: баланс между сохранностью и современными требованиями пожарной безопасности	304
Маргарян А.Д., Салихова А.Х. Анализ проблемных вопросов при осуществлении государственного надзора на опасных производственных объектах	309
Мартыненко Д.В., Романова О.С. Профилактическая работа, направленная на предупреждение гибели и травмирования детей на пожарах	313
Маторина О.С., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А. Расчет количества основных пожарных автомобилей объектовой пожарной охраны с учетом требований к противопожарному водоснабжению	317
Машуков Р.А. Интегральный показатель защищённости работника от пожаровзрывоопасных факторов как инструмент интеллектуально-правового управления рисками в условиях цифровой трансформации противопожарных систем	321
Медведев И.В., Зарубина Е.В. Модернизация защитных кожухов для систем пожарной автоматики	327
Миронов А.А., Салихова А.Х. Разработка огнезащитного состава для ворсовых декоративных тканей	332

Морозов Д.В., Посевин Д.П., Иванов И.П. О поиске компромисса между вычислительными возможностями одноплатных микрокомпьютеров и качеством распознавания возгораний на изображениях для реализации задачи раннего обнаружения лесных пожаров	337
Морозов М.С., Сивков Ю.В. Особенности определения критической продолжительности пожара на производственных объектах с обращением газообразного топлива	344
Мочалов А.А. К вопросу об оценке огнезащитной эффективности антипиренов, используемых в огнезащитных составах для древесины	349
Надточий О.В., Фирсов А.Г., Гончаренко В.С. Пожары в зависимости от вида водоисточника, использованного при тушении пожара	352
Наумов Ю.В. Подход к оценке соответствия строительных материалов, защищенных средствами огнезащиты, а также средств огнезащиты при их применении в качестве отделочных строительных материалов	357
Нащёкин Н.Д., Кочетков Д.И., Посевин Д.П. Тестирование радиоканала передачи фрагментов изображений аппаратно-программной информационной системы раннего обнаружения лесных пожаров.....	360
Нужный И.Д., Кочетова А.А., Ульева С.Н. Исследование полимерных материалов и пленок в целях пожарно-технической экспертизы	367
Олейников В.Т., Петренко А.Н., Страхолис А.А. К вопросу построения беспроводных систем мониторинга состояния территориально распределенных потенциально опасных объектов на территории пожарно-спасательного гарнизона.....	371
Павленко А.Т. О ранжировании факторов профессионального риска для личного состава пожарно-спасательных подразделений при ликвидации техногенных пожаров	376
Панайотов К.К. Динамический интегральный индекс адаптивности системы противопожарной защиты как основа интеллектуального управления пожарными рисками на объекте	380
Попова Е.С., Спиридонова В.Г. Пожарная опасность текстильных материалов для изготовления мягких игрушек	384
Потапов А.А., Бубнов В.Б. Значение водонапорных башен во время тушения пожаров	388
Прохоров И.А., Тарасенко В.А. Применение установок газопорошкового пожаротушения для противопожарной защиты объектов с обращением СПГ	391
Романова О.С., Кагирова Э.А. Системные недостатки действующей модели профилактических визитов в РФ	400
Романова О.С., Максимов Е.К. Правовые основы регулирования контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации.....	405
Салихова А.Х., Сырбу С.А., Циркина О.Г., Баринова Е.В. Снижение пожарной опасности декоративных тканей для пассажирских железнодорожных вагонов.....	409
Салихьянова А.Н., Кращенко Н.А. Использование VR/AR для тренировки «физической интуиции» в экстремальных ситуациях.....	414

<i>Сержинмаа А.А., Соловьев С.А., Голякова Е.И.</i> Совершенствование систем оповещения и управления эвакуацией в общеобразовательных учреждениях на основе интеграции речевых и интеллектуальных технологий	418
<i>Сизонова Н.А.</i> Роль искусственного интеллекта в пожарной безопасности	426
<i>Силютин А.А., Циркина О.Г.</i> К вопросу об обеспечении пожарной безопасности складов нефтепродуктов	431
<i>Синкевич А.О.</i> Интеллектуальная оценка техногенных рисков на предприятиях нефтегазовой отрасли: переход к предиктивному управлению	435
<i>Скрипунова Е.Ф.</i> Искусственный интеллект в профилактике пожаров: оценка возможностей	438
<i>Смирнов Н.В., Кривошапкина О.В., Поединцев Е.А., Булгаков В.В.</i> К вопросу о совершенствовании классификации твердых веществ и материалов по показателям пожарной опасности	443
<i>Смирнов Н.В., Кривошапкина О.В., Поединцев Е.А., Булгаков В.В.</i> К вопросу об оценке самовоспламенения твердых веществ и материалов	447
<i>Соколов Г.П., Косарева А.В.</i> Применение технологий искусственного интеллекта в пожарных извещателях	450
<i>Сонина В.А., Бубнов А.Г.</i> Комплексный анализ современных пожарных извещателей	457
<i>Сонина О.Н., Липинская А.А., Голубева Е.С., Сонина В.А.</i> Возможности генеративных нейросетевых моделей в создании видеоконтента противопожарной тематики	462
<i>Сопот В.Н., Трегубов А.А., Шкондин А.Е.</i> Пути модернизации инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Краткий обзор	466
<i>Спирин Б.Л., Фролов С.В., Токарева О.В.</i> Технологические особенности производства винтовых пружин на основе полимер-керамических композитов и их механические свойства	473
<i>Стрельцов О.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А.</i> Требования к противопожарному водоснабжению при расчете технической оснащённости территориальных подразделений пожарной охраны	479
<i>Струнов Д.Р., Пицык В.В., Хонгорова О.В.</i> Математическая модель и алгоритм распределения транспортных средств при эвакуации пострадавших в чрезвычайных ситуациях	483
<i>Субачева А.А., Смольников М.И.</i> Оценка влияния герметичности и пространственного распределения огнетушащего газа на эффективность автоматических установок пожаротушения	489
<i>Сухарский С.П., Батманов С.В.</i> Применение CFD-моделирования для уточнения оценки скорости распространения пламени по поверхности дизельного топлива	494
<i>Сырбу С.А., Наумов А.Г.</i> Подходы к оценке эффективности пожаробезопасных смазочно-охлаждающих технологических средств	498

Терентьева А.П., Кращенко Н.А. Инновационные системы раннего обнаружения и подавления очагов возгорания на объектах различного функционального назначения.....	502
Терентьева А.П., Кращенко Н.А. Интеллектуальные текстильные материалы для боевой одежды пожарного: интеграция датчиков физиологического состояния и термозащиты.....	507
Токарева О.В., Фролов С.В., Фролов Д.В. Разработка и реализация рабочей программы дисциплины «Компьютерная графика и 3D-моделирование» по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» в Академии ГПС МЧС России	513
Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Трещин Е.С. Использование искусственного интеллекта в области обеспечения пожарной безопасности	518
Усманова Р.Р., Селенок П.И., Дамбаева С.С. Экспериментальное исследование влияния диаметра напорных пожарных рукавов на гидравлическое сопротивление и пропускную способность при доставке огнетушащих веществ на различные расстояния	522
Усманова Р.Р., Шпинева Е.А., Мишина П.С. Определение гидравлических потерь в напорных рукавах из синтетических и натуральных материалов и установление границ их эксплуатационной пригодности	529
Федорова А.Н., Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Исследование пожароопасных свойств наполнителей для мягких игрушек	536
Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Малёмина Е.Н. Причины ложных срабатываний систем пожарной автоматики на социально значимых объектах защиты	541
Фомин К.М. Совершенствование нормативной базы для ведения противопожарной пропаганды с помощью искусственного интеллекта.....	547
Хабибзода М.Д., Минеев Е.Н. Структура и архитектура информационно-аналитической системы поддержки управления безопасностью на объектах с массовым пребыванием людей в Республике Таджикистан.....	551
Харламенков А.С. Совершенствование нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности подземных парковок с наличием электромобилей	558
Шарипова М.В., Романова О.С. Создание базы данных для совершенствования профилактической работы по предупреждению гибели детей на пожарах	563
Щанников Т.А., Багажков И.В. Особенности проведения аварийно-спасательных работ в условиях горной местности	566
Щербаков А.В., Багажков И.В. Обеспечение огнестойкости инженерных систем при аварийных режимах работы (отключение электроэнергии, обрыв магистралей)	570
Щербаков А.А., Романова О.С. Совершенствование профилактической работы по предупреждению гибели детей при пожарах	574
Щербаков А.В., Сони́на О.Н. Обновления нормативно-правовой базы для работы в ААС КНД	577

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ПРАЗДНОВАНИЮ 60-ЛЕТИЯ ИВАНОВСКОЙ
ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ**

ИВАНОВО, 21 МАЯ 2026 г.

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 20.05.2025 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 34,35. Заказ № 352

Отделение координации научной
и редакционно-издательской деятельности
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907764-22-4



9 785907 764224 >