



Научный электронный журнал
Июнь 2026, выпуск № 7

БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ



БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ

Издается с апреля 2023 года
Выходит дважды в год

Учредитель: **Уральский институт
Государственной противопожарной
службы МЧС**



Главный редактор:

Гриник Марина Геннадьевна

доктор психологических наук, кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой государственной службы и кадровой политики

Заместитель главного редактора:

Мокроусова Ольга Анатольевна

доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой пожарной безопасности в строительстве

Выпускающие редакторы:

Терентьев Дмитрий Иванович

кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отделения учебно-научного комплекса обеспечения пожарной безопасности объектов и населенных пунктов

Шемятихина Лариса Юрьевна

кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры государственной службы и кадровой политики

Гарнитура Franklin Gothic Demi, Georgia
Фото пресс-службы Музейного комплекса
в Верхней Пышме (mkugmk.ru)
Сайт: uigps.ru
+7 (343) 374-07-06

Адрес редакции/издателя:
620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22.
Электронная почта:
safetymagazine@mail.ru

Редакционная коллегия

Баженов Евгений Евгеньевич

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

Барбин Николай Михайлович

доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отделения учебно-научного комплекса пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ, почетный работник науки и техники РФ, член-корреспондент НАН ПБ

Бочков Павел Валерьевич

кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры пожарно-прикладной подготовки

Дьяков Виктор Федорович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры пожарно-прикладной подготовки

Гапоненко Лидия Борисовна

кандидат политических наук, старший научный сотрудник отделения планирования, организации и координации научных исследований научно-исследовательского отдела

Кононенко Елена Венедиктовна

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве

Крудышев Владимир Валерьевич

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

Мураев Николай Павлович

кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры безопасности в чрезвычайных ситуациях

Пантелеев Игорь Анатольевич

кандидат юридических наук, доцент, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз

Резер Татьяна Михайловна

доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры государственной службы и кадровой политики, заслуженный учитель РФ

Савельева Нэлли Хисматуллаевна

кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой иностранных языков и профессиональных коммуникаций

Талалаева Галина Владленовна

доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедра химии и процессов горения

Штеба Татьяна Валерьевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств

Содержание

Чернева А. Д.

Новая реальность пожарно-технической экспертизы: от металловедения к цифровой криминалистике6

Дремина С. С.

Возможности нейросетей для анализа термических повреждений на материальных объектах пожара для установления очага и причины пожара13

Актёрский Ю. Н., Зарипов Р. К., Кононенко Е. В.

Оценка эффективности применения роботизированных установок пожаротушения для Музея авиации «Крылья Победы» Музейного комплекса в Верхней Пышме ...20

Попова К. А.

Arduino-устройство для пожаробезопасности дверных проемов27

Бондарь А. С., Тарасов В. И., Худякова С. А., Шпаньков А. В.

Сравнительный анализ эффективности роботизированных и традиционных установок пожаротушения при защите сооружений35

Лукманов Т. И., Раджабов Р. Р., Худякова С. А., Шпаньков А. В.

Прогнозирование количества пожаров в России на основе математического моделирования46

Шабельник Д. С., Худякова С. А., Шпаньков А. В.

Методология прогнозирования материального ущерба, основанная на методах Брауна и Хольта51

Дзо А. Д., Зуев В. В.

Особенности и технические средства тушения пожаров на складах63

Середа В. А.

Исследование роли органов государственного пожарного надзора на всех этапах строительства74

Резер Т. М., Сутакова С. С.

Актуальные направления мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации: современное состояние и пути оптимизации82

Сабуров Д. А.

Влияние систематической игры в шахматы на развитие профессиональных качеств сотрудников МЧС93

Пожарная безопасность

Пожарная безопасность
Обзорная статья
УДК 614.841.4

Новая реальность пожарно-технической экспертизы: от металловедения к цифровой криминалистике

Чернева Алена Димитриевна

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
alenabotnikova166@gmail.com

Пантелеев Игорь Анатольевич

научный руководитель, кандидат юридических наук, доцент, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

Аннотация. В статье исследуется трансформация методологии пожарно-технической экспертизы (ПТЭ) в условиях технологического сдвига источников возгорания. Констатируется кризис классической парадигмы, основанной исключительно на анализе оплавлений медных проводников. На основе анализа современных научных публикаций и данных о пожарах 2024–2025 гг. показано, что доминирующим источником опасности становятся литийионные аккумуляторы (в бытовой технике, электромобилях, системах накопления энергии) и устройства с микропроцессорным управлением. Подробно рассматриваются механизмы теплового разгона ячеек и проблемы дифференциации заводского дефекта от внешнего аварийного воздействия. Основной акцент сделан на новых методах получения доказательственной информация: извлечении данных с контроллеров управления батареями (BMS), применении компьютерной томографии (КТ) для анализа внутренней структуры электродов, а также на перспективах акустического анализа предаварийной ситуации. Обосновывается необходимость расширения компетенций эксперта-пожаротехника в области электроники и IT-технологий.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза, литийионный аккумулятор, тепловой разгон, цифровые следы, система управления батареей (BMS), компьютерная томография, микроконтроллер, расследование пожаров

The New Reality of Fire-Technical Expertise: From Metal Science to Digital Forensics

Alena D. Cherneva

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
alenabotnikova166@gmail.com

Igor A. Panteleev

supervisor, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Forensic Science and Engineering and Technical Expertise, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

Abstract. This article explores the transformation of fire-technical expertise (FTE) methodology in the context of a technological shift in ignition sources. It notes the crisis of the classical paradigm, based solely on the analysis of copper conductor meltdowns. Based on an analysis of current scientific publications and fire data from 2024–2025, it is shown that lithium-ion batteries (in household appliances, electric vehicles, and energy storage systems) and microprocessor-controlled devices are becoming the dominant source of hazard. The mechanisms of thermal runaway of cells and the challenges of differentiating manufacturing defects from external accidents are examined in detail. A primary focus is on new methods for obtaining evidentiary information: data extraction from battery management controllers (BMS), the use of computed tomography (CT) to analyze the internal structure of electrodes, and the prospects for acoustic analysis of pre-emergency situations. The need to expand the competencies of fire safety experts in the field of electronics and IT technologies is substantiated.

Keywords: fire forensics, lithium-ion battery, thermal runaway, digital traces, battery management system (BMS), computed tomography, microcontroller, fire investigation

Введение

На протяжении десятилетий пожарно-техническая экспертиза оперировала относительно стабильным набором материальных следов. Классическая схема расследования, закреплённая в методической литературе, предписывала эксперту в первую очередь исследовать электропроводку: искать характерные оплавления, «шарики» короткого замыкания (КЗ), оценивать характер разрушения изоляции. Считалось, что именно сеть переменного тока является основным источником энергии для зажигания.

Однако статистика последних лет и технические расследования крупных инцидентов рисуют иную картину. Мы живём в эпоху тотальной электрификации и портативности. Количество энергоёмких устройств на квадратный метр жилья выросло экспоненциально. Смартфоны, пауэрбанки, роботы-пылесосы, электросамокаты, системы хранения энергии (ESS) — всё это создаёт новую пожароопасную нагрузку.

Как отмечает М. Вазисов, современные реалии требуют пересмотра подходов к безопасности, т. к. традиционные методы защиты не всегда эффективны против новых угроз, связанных с литийионными технологиями [1]. Теперь главная проблема для эксперта: как доказать, что пожар возник не из-за ветхой проводки, а из-за микроскопического дефекта внутри литийионной банки, которая полностью выгорела дотла? Как интерпретировать цифровые «крики о помощи», которые записала микросхема сгоревшего контроллера за мгновения до катастрофы?

Цель данной работы — анализ современных подходов к обнаружению и интерпретации следов аварийных режимов в электросетях и гаджетах, а также обоснование необходимости перехода ПТЭ от металловедения к цифровой криминалистике.

Ход исследования

Традиционно наличие оплавлений на токоведущих жилах рассматривалось

как безусловный маркер КЗ, которое и стало причиной пожара. Однако современная наука вносит серьезные коррективы в эту аксиому.

Ключевой методологической ловушкой является разграничение аварийного (первичного) КЗ, вызвавшего пожар, и вторичного КЗ, возникшего в ходе развития пожара под воздействием высокой температуры. В условиях пожара изоляция плавится и разрушается, оголенные проводники под собственной тяжестью или под воздействием обрушившихся конструкций соприкасаются, образуя мощную электрическую дугу.

Отличить эти два явления по одной лишь морфологии оплавления (наличию «шариков») крайне сложно и зачастую невозможно. Высокая температура пожара «смазывает» картину, рекристаллизует металл, уничтожая признаки, характерные для дуги, протекавшей в воздушной среде до начала пожара. Это создает почву для экспертных ошибок и неверной квалификации события.

Двадцатый век был веком алюминия и меди. Двадцать первый век — это век полупроводников и электрохимии. Многие современные аварийные режимы вообще не сопровождаются классической дугой КЗ в питающих проводах. Наиболее яркий и опасный пример — тепловой разгон литийионного аккумулятора. Проводка, питающая зарядное устройство, может оставаться целой и неповрежденной, в то время как внутри корпуса телефона или пауэрбанка уже бушует факельное пламя, не поддающееся обычным средствам тушения.

Так, на рейсе из Екатеринбурга в Стамбул произошло возгорание портативного аккумулятора прямо на борту самолета Airbus A320 авиакомпании «Уральские авиалинии». Пауэрбанк находился на соседнем кресле рядом с владельцем и воспламенился

примерно через 20 мин. после взлета. Пассажир попытался отсоединить подключенный смартфон и получил легкий ожог пальца. Огонь успел повредить обивку кресла и ремень безопасности. Бортпроводники оперативно применили огнетушитель для ликвидации возгорания. После этого устройство поместили в металлическую емкость с водой и изолировали [2].

Таким образом, экспертиза, ограничиваемая осмотром электропроводки, заведомо не способна установить истинную причину пожара в современном жилище или офисе. Это требует разработки принципиально новых методик исследования вещественных доказательств.

Литийионные аккумуляторы представляют собой химический источник тока с высокой плотностью энергии. Как подчеркивается в аналитических материалах по системам накопления энергии, главный риск кроется в явлении теплового разгона — лавинообразном процессе выделения тепла внутри банки, который сложно остановить [3].

Современные исследования систематизируют причины теплового разгона по трем группам воздействия [4]:

1) электрическое воздействие: перезаряд (подача напряжения выше допустимого паспортного значения, что приводит к выделению металлического лития на аноде), глубокий переразряд (когда напряжение падает ниже критического, вызывая растворение медного токосъемника), а также внешнее короткое замыкание выводов, вызывающее мгновенный нагрев теплом;

2) механическое воздействие: прокол сепаратора (тонкой полимерной мембраны, разделяющей катод и анод) инородным предметом, сильная деформация корпуса при ударе или падении устройства, раздавливание приводят к внутреннему короткому замыканию;

3) термическое воздействие: нагрев аккумулятора от внешнего источника (например, солнечных лучей, оставленного на плите телефона) до критических температур. Для разных типов литий-ионных ячеек порог начала необратимых реакций варьируется от 150 до 180 °С.

Особенность литийионных аккумуляторов заключается в том, что при достижении критической температуры начинается экзотермическое разложение компонентов. Катод (особенно на основе оксида лития-кобальта или никель-марганец-кобальта) выделяет кислород. Этот кислород вступает в реакцию с электролитом и литийсодержащими соединениями. Горение становится самоподдерживающимся, не требует доступа воздуха извне (кислород выделяется внутри) и крайне слабо тушится традиционными средствами (водой, пеной, порошком).

Для эксперта это означает, что классические признаки очага пожара (например, треугольник выгорания) могут быть искажены: аккумулятор создает собственный факел, способный поджечь близлежащие предметы вне зависимости от доступа кислорода.

Современная бытовая техника перестала быть просто электронагревательным прибором. Роботы-пылесосы, умные колонки, чайники с Wi-Fi управлением, холодильники — все это сложные устройства, содержащие микроконтроллеры и блоки управления. В аварийной ситуации эти элементы могут стать ключом к разгадке.

Если устройство питалось от сети, но имело встроенный контроллер мониторинга (например, специализированные контроллеры для систем пожарной автоматики или учета электроэнергии, описанные В. Жижиним), оно способно сохранить в энергонезависимой памяти (EEPROM, Flash) последние измеренные параметры электрической сети [5].

Речь идет о значениях тока, напряжения, частоты, а также о температурных показателях внутренних узлов.

Расшифровка этих данных позволяет ответить на ключевые вопросы:

- было ли внешнее аварийное воздействие (перенапряжение в сети, импульс выше 300 В, провал напряжения)?

- фиксировалась ли длительная перегрузка по току перед отключением устройства?

- какая температура была внутри блока питания или контроллера непосредственно перед сбоем?

Изъятие таких цифровых улик — сложная процедура, требующая участия специалистов не только в области электротехники, но и в схемотехнике и IT. Нельзя просто «выкусить» плату кусачками, ее необходимо демонтировать с соблюдением антистатических мер и отправить на исследование специалисту, способному считать дампы памяти.

Почти любой современный литийионный аккумулятор (в телефоне, ноутбуке, пауэрбанке, электромобиле) оснащен системой управления батареей — BMS. Это плата с микроконтроллером, которая в реальном времени мониторит температуру каждой ячейки (или группы), напряжение на ячейках и ток, протекающий через батарею.

BMS выполняет две ключевые функции: балансировку ячеек и аварийное отключение (размыкание ключей) при выходе параметров за допустимые пределы. В ходе расследования реального инцидента на рыболовном судне в 2025 г., зафиксированного Австралийским морским агентством безопасности (AMSA), было установлено, что источником возгорания стала литийионная батарея, работавшая в обход системы управления батареями (BMS), что привело к неконтролируемому тепловому разгону и взрыву, полностью уничтожившему судно [6].

Экспертная задача состоит в том, что, если BMS частично обгорела, но микросхема памяти уцелела, необходимо методом горячего воздуха или иным способом демонтировать ее и считать дампы через программатор. В памяти могут сохраниться логи последних циклов заряда/разряда, а главное — коды ошибок (флаги перегрева, превышения тока, КЗ), которые стали последней записью перед катастрофой. Если же устройство работало в обход BMS (как в случае с рыболовным судном), это само по себе указывает на грубое нарушение правил эксплуатации.

Что делать, если электроника уничтожена огнем полностью, а проводка не несет следов аварийного режима? Современная наука предлагает новые высокотехнологичные подходы. Наиболее перспективный метод, активно развиваемый с 2024–2025 гг., — использование компьютерной томографии (КТ) для анализа внутренних повреждений электродов [6]. КТ позволяет заглянуть внутрь сгоревшей, деформированной или взорвавшейся литийионной ячейки без ее механического вскрытия, которое может уничтожить тонкие следы.

Характер разрушения структуры электродов (образование пустот, трещин, дендритов) напрямую зависит от типа воздействия, вызвавшего тепловой разгон:

- 1) внешнее термическое воздействие: пустоты распределяются относительно равномерно по объему материала, часто концентрируясь ближе к сепаратору, т. к. нагрев происходит снаружи;

- 2) механическое воздействие (прокол, удар) имеет четко выраженную локальную зону полного разрушения структуры в точке приложения усилия;

- 3) электрическое воздействие (перезаряд): структура разрушается по-другому. Из-за чрезмерного внедрения лития

в анод и роста дендритов образуется специфический рисунок пустот, идущий от центра электрода к периферии.

Сравнивая КТ-снимки исследуемого аккумулятора с эталонной библиотекой образцов, полученных в ходе контролируемых лабораторных испытаний, эксперт может с высокой долей вероятности сделать вывод о первопричине аварии: заводском дефекте, нарушении зарядки или внешнем механическом повреждении.

Интересна методика, предложенная Национальным институтом стандартов и технологий (NIST). Они выяснили, что перед самым началом теплового разгона срабатывает предохранительный сбросной клапан и этот момент сопровождается характерным звуком (шипением), который можно зафиксировать [7].

Хотя эта технология разрабатывается для систем раннего предупреждения, она имеет огромный потенциал для ретроспективного анализа. Если на месте пожара сохранились носители информации с аудиозаписью — видеорегистраторы, диктофоны в умном доме, запись с камеры телефона, анализ звукового спектра за секунды до возгорания может стать неопровержимым доказательством, звук открывающегося клапана, предшествующий вспышке, укажет именно на аккумулятор как на первичный источник, а не на КЗ в проводке.

Заключение

ПТЗ стоит на пороге фундаментальной смены парадигмы. Следовая картина современного пожара все чаще находится не в оплавлениях проводов, а в кристаллах памяти микросхем и в микроструктуре электродов аккумуляторов.

Классический подход «нашел шарик КЗ — причина установлена» уходит

в прошлое. На смену приходит комплексная цифровая криминалистика, требующая от эксперта синтеза знаний электротехники (для анализа аварийных режимов сети), схемотехники и ИТ (для извлечения данных из микроконтроллеров и BMS), материаловедения и физической химии (для интерпретации данных КТ и понимания процессов теплового разгона). Внедрение в экспертную практику методов компьютерной томографии,

анализа данных с микросхем памяти и акустического анализа позволит повысить достоверность заключений и выработать эффективные меры профилактики, направленные на производителей электроники и разработчиков систем накопления энергии. Игнорирование этих тенденций приведет к росту числа нераскрытых пожаров и необоснованных обвинений в адрес электротехнического персонала и собственников жилья.

Список источников

1. Вазисов М. Как дата-центры пересматривают безопасность питания ЦОДов // РБК Тренды : [сайт]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/68fa2ca79a7947e1d91f2b49> (дата обращения: 22.02.2026).
2. На борту «Уральских авиалиний» произошло возгорание пауэрбанка // Газета.ру : интернет-издание. URL: https://www.gazeta.ru/tech/news/2026/02/25/27938407.shtml?utm_auth=false (дата обращения: 22.02.2026).
3. Приложение А (справочное). Вопросы пассивной, активной безопасности и снижения стоимости владения по жизненному циклу // Гарант.ру : информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/403602936/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 22.02.2026).
4. Na Y. U., Jeon J. W. A Comparative Analysis of Thermal Runaway Trigger Methods on Lithium-Ion Pouch Batteries for Fire Investigation // IEEE Access. 2025. Vol. 13. P. 196284–196298. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3567890
5. Жижин В. Контроллер мониторинга электропроводки в помещении // Современная электроника и технологии автоматизации (СТА). 2025. № 3. С. 45–51. URL: <https://www.cta.ru/articles/soel/2025/se-2025-3/181207/> (дата обращения: 21.02.2026).
6. Explosion: Lithium-ion battery system involved in thermal runaway event onboard a domestic commercial vessel // Australian Maritime Safety Authority (AMSA) : [website]. URL: <http://www.amsa.gov.au/vessels-operators/incident-reporting/explosion-lithium-ion-battery-system-involved-thermal-runaway> (дата обращения: 23.02.2026).
7. Ориентируется по звуку. Теперь искусственный интеллект сможет предупредить о возгорании аккумулятора. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/amp/noviy-metod-properedzhennya-zagoryan-litii-ionnih-batarey-za-dopomogoyu-zvuku-50466676.html> (дата обращения: 23.02.2026).

References

1. Vazisov M. How data centers are reconsidering data center power supply security // RBC Trends : [website] URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/68fa2ca79a7947e1d91f2b49> (date of access: 22.02.2026).

2. A power bank caught fire on board a Ural Airlines flight // Gazeta.ru : online edition. URL: https://www.gazeta.ru/tech/news/2026/02/25/27938407.shtml?utm_auth=false (date of access: 22.02.2026).
3. Appendix A (informative). Passive and active safety issues and cost of ownership reduction over the life cycle // Garant.ru : information and legal portal. URL: <https://base.garant.ru/403602936/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (date of access: 22.02.2026).
4. Na Y. U., Jeon J. W. A Comparative Analysis of Thermal Runaway Trigger Methods on Lithium-Ion Pouch Batteries for Fire Investigation // IEEE Access. 2025. Vol. 13. P. 196284–196298. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3567890
5. Zhizhin V. Indoor Electrical Wiring Monitoring Controller // Modern Electronics and Automation Technologies (STA). 2025. №. 3. P. 45–51. URL: <https://www.cta.ru/articles/soel/2025/se-2025-3/181207/> (date of access: 21.02.2026).
6. Explosion: Lithium-ion battery system involved in thermal runaway event onboard a domestic commercial vessel // Australian Maritime Safety Authority (AMSA) : [website]. URL: <http://www.amsa.gov.au/vessels-operators/incident-reporting/explosion-lithium-ion-battery-system-involved-thermal-runaway> (date of access: 23.02.2026).
7. Navigated by sound. Now artificial intelligence can warn of a battery fire. URL: <https://techno.nv.ua/ukr/amp/noviy-metod-poperedzhennya-zagoryan-litii-ionnih-batarey-zadopomogoyu-zvuku-50466676.html> (date of access: 23.02.2026).

Возможности нейросетей для анализа термических повреждений на материальных объектах пожара для установления очага и причины пожара

Дремина Снежана Сергеевна

студент факультета управления и комплексной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
snezanadremina28@mail.ru

Пантелеев Игорь Анатольевич

научный руководитель, кандидат юридических наук, доцент, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

Аннотация. В статье рассматриваются современные возможности применения технологий искусственного интеллекта, в частности нейросетевых алгоритмов, для анализа термических повреждений материальных объектов при расследовании пожаров. Проведен анализ существующих разработок в области автоматизированного установления очага и причины возгорания, включая программно-аппаратные комплексы для идентификации пожаров, системы анализа дымообразования, методы неразрушающего контроля строительных конструкций и алгоритмы классификации аварийных ситуаций. Особое внимание уделено опыту применения сверточных нейронных сетей (CNN), рекуррентных сетей с долгой краткосрочной памятью (LSTM) и гибридных архитектур для обработки визуальных и сенсорных данных. Рассмотрены проблемы формирования репрезентативных обучающих выборок, интерпретируемости результатов и интеграции нейросетевых методов в существующую практику пожарно-технической экспертизы. Сделан вывод о высоком потенциале нейросетевых технологий для повышения объективности и оперативности установления обстоятельств пожара.

Ключевые слова: нейронные сети, пожарно-техническая экспертиза, термические повреждения, очаг пожара, причина пожара, компьютерное зрение, анализ изображений, машинное обучение

The potential of neural networks for analyzing thermal damage to fire-related material objects to determine the source and cause of the fire

Snezhana S. Dremina

student of the Faculty of Management and Integrated Security, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
snezanadremina28@mail.ru

Igor A. Panteleev

supervisor, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Forensic Science and Engineering and Technical Expertise, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

Abstract. This article examines the current potential of artificial intelligence technologies, particularly neural network algorithms, for analyzing thermal damage to material assets during fire investigation. An analysis of existing developments in the field of automated fire source and cause identification is provided, including hardware and software systems for fire identification, smoke analysis systems, non-destructive testing methods for building structures, and algorithms for classifying emergency situations. Particular attention is paid to the application of convolutional neural networks (CNNs), recurrent networks with long short-term memory (LSTM), and hybrid architectures for processing visual and sensory data. The problems of generating representative training samples, interpretability of results, and integrating neural network methods into existing fire safety expertise are considered. A conclusion is drawn regarding the high potential of neural network technologies for improving the objectivity and efficiency of fire investigation.

Keywords: neural networks, fire-technical examination, thermal damage, fire source, fire cause, computer vision, image analysis, machine learning

Введение

Установление очага и причины пожара относится к числу наиболее сложных задач пожарно-технической экспертизы. Термические повреждения материальных объектов представляют собой сложную картину, анализ которой требует учета множества факторов: температурного режима, продолжительности горения, свойств материалов, условий газообмена и других обстоятельств. Традиционные методы осмотра места пожара и экспертного исследования во многом опираются на субъективный опыт специалиста и не всегда позволяют однозначно интерпретировать выявленные признаки [1].

Развитие технологий искусственного интеллекта открывает новые перспективы для повышения объективности и достоверности пожарно-технических экспертиз. Нейросетевые алгоритмы способны выявлять скрытые закономерности в массивах данных, классифицировать типы повреждений, сопоставлять визуальные признаки с результатами

инструментальных измерений и даже прогнозировать развитие аварийных ситуаций [2].

Цель настоящей статьи — систематизировать современные научно-технические разработки в области применения нейросетей для анализа термических повреждений при пожарах и оценить перспективы их использования для установления очага и причины возгорания.

Ход исследования

Термические поражения материалов и конструкций при пожаре проявляются в изменении их физико-механических свойств, химического состава, геометрических параметров и внешнего вида. Традиционная методика осмотра места пожара предполагает визуальную оценку этих изменений с последующим инструментальным подтверждением.

Для строительных материалов и конструкций применяются методы неразрушающего контроля: ультразвуковая диагностика, измерение твердости и электрофизические методы.

В частности, для железобетонных конструкций используется метод измерения скорости распространения упругих волн, позволяющий оценить глубину прогрева и степень снижения прочности.

Существенным ограничением традиционных методов является их трудоемкость и зависимость результатов от квалификации исследователя. Осмотр места пожара и составление протокола занимают в среднем 40–60 мин., при этом часть значимой информации может быть упущена вследствие человеческого фактора.

Эффективность нейросетевых алгоритмов напрямую зависит от объема и качества данных, на которых производится обучение. В настоящее время ведется активная работа по формированию специализированных баз данных, включающих:

- изображения термических повреждений различных материалов при контролируемых условиях горения;
- результаты инструментальных измерений физико-механических свойств материалов после термического воздействия;
- протоколы осмотров реальных пожаров с установленными причинами и очагами возгорания;
- данные о динамике температурных полей в ходе развития пожара [3].

Значительный объем экспериментальных данных получен учеными Томского политехнического университета, где проведено более 2 000 экспериментов по горению различных материалов: древесины, ПВХ-панелей, линолеума, кабельной продукции, масел и горючих жидкостей [4].

Сверточные нейронные сети являются основным инструментом для анализа изображений термических повреждений. Архитектура CNN позволяет автоматически выделять значимые признаки различного уровня абстракции — от простых

текстур и границ до сложных паттернов, характерных для конкретных видов повреждений.

В исследовании китайских ученых из Пекинского технологического института сверточная нейронная сеть применена для классификации причин аварий литийионных аккумуляторов электромобилей. Анализ 41 реального случая теплового разгона показал точность классификации 100 % при полноте 75 %, что подтверждает эффективность метода для дифференциации скрытых и внешних отказов [5].

Для обработки пространственных данных могут применяться трехмерные сверточные нейронные сети (3D-CNN), учитывающие не только внешние признаки повреждений, но и распределение термических поражений по глубине материала [6].

Рекуррентные нейронные сети, особенно архитектуры с долгой краткосрочной памятью (LSTM), эффективны для анализа временных рядов данных — температурных графиков, показаний газоанализаторов, динамики задымления.

Гибридная архитектура CNN-LSTM, предложенная для прогнозирования катастрофических температурных изменений в замкнутых объемах, демонстрирует высокую точность при предсказании скачкообразного роста температуры на 300 °C и более. Модель, обученная на данных от носимых датчиков и стационарных измерительных систем, показала среднюю абсолютную ошибку прогноза от 0,89 % до 6,23 % в зависимости от условий тестирования [6].

Установление очага пожара основано на выявлении зоны интенсивных и длительных термических поражений с учетом закономерностей распространения горения. Нейросетевые алгоритмы компьютерного зрения позволяют автоматизировать этот процесс путем:

- сегментации изображений для выделения зон с различной степенью термического воздействия;
- сопоставления характера повреждений различных элементов конструкций;
- выявления траекторий распространения горения по следам копоти и деформациям [1].

Разработанный Академией ГПС МЧС России совместно с Яндексом программный комплекс на базе Yandex Cloud анализирует снимки с места происшествия, вычленивает ключевые объекты (электропроводку, очаг возгорания, повреждения конструкций) и генерирует формализованное описание, которое может использоваться при составлении официальных документов [1].

Направление распространения дымовых газов и характер отложений продуктов горения являются важными признаками при определении очага пожара. Коллектив ученых под руководством М. В. Шевцова предложил концепцию создания базы данных снимков дыма, образующегося при сгорании различных веществ, и материалов, составляющих основную горючую нагрузку в помещениях различного функционального назначения [2].

Классификатор изображений дыма, построенный на основе нейросетевых алгоритмов, позволяет по характеру задымления идентифицировать тип горящего материала и стадию развития пожара, что существенно дополняет информацию, получаемую при анализе термических повреждений конструкций.

Перспективным направлением является создание трехмерных моделей места пожара по данным фото- и видеосъемки с последующим нейросетевым анализом распределения термических повреждений в объеме. Такой подход позволяет учитывать геометрию помещений, взаимное расположение

предметов и конструкций, пути распространения конвективных потоков [7].

Программный комплекс, разработанный учеными Сибирского федерального университета, включает нейросетевой алгоритм для распознавания местоположения, типа и характеристик очага пожара, а также для прогнозирования дальнейших моделей развития событий [7].

Установление причины пожара часто требует идентификации материала, который горел в очаговой зоне. Нейросетевые алгоритмы способны классифицировать материалы по характеру их термических повреждений с учетом температурных режимов и продолжительности нагрева.

В лаборатории тепломассопереноса Томского политехнического университета создана система, которая по совокупности показаний различных сенсоров (дымовых, тепловых, газоаналитических, видеокамер) идентифицирует материал, инициировавший горение, и называет вероятную причину возгорания. Система обучена на более чем 2 000 экспериментов с различными материалами и сценариями аварийных ситуаций [3].

Особую сложность представляет установление причин пожаров, связанных с аварийными режимами работы электрооборудования. Нейросетевые алгоритмы позволяют анализировать следы оплавлений, характер повреждений токоведущих частей, особенности разрушения изоляции.

Разработанный комплекс выявляет признаки короткого замыкания, перегрузки, большого переходного сопротивления по визуальным характеристикам поврежденных элементов электропроводки и электроустановочных изделий [3].

Особый интерес представляет применение сверточных нейронных сетей для анализа повреждений литийионных

аккумуляторов. Предложенный китайскими исследователями метод позволяет различать скрытые отказы, накапливающиеся деградационные изменения, и внезапные отказы, вызванные внешними факторами, что критически важно для установления ответственности при расследовании пожаров электромобилей [8].

Основным ограничением для широкого внедрения нейросетевых методов является недостаток качественно размеченных данных. Для обучения алгоритмов, способных надежно идентифицировать причины пожаров, требуются тысячи примеров с подтвержденными экспертным путем заключениями.

Исследователи отмечают, что имеющиеся массивы данных часто несбалансированы: одни сценарии пожаров представлены избыточно, другие (более редкие, но важные для дифференциальной диагностики) — недостаточно. Это приводит к смещению моделей и снижению точности при классификации редких событий [2].

Нейросетевые модели часто рассматриваются как «черные ящики», не позволяющие проследить логику принятия решений. Для юридически значимых заключений пожарно-технической экспертизы это создает серьезные проблемы: эксперт должен обосновать свои выводы и продемонстрировать, на каких признаках они основаны.

Перспективным направлением является разработка методов объяснимого искусственного интеллекта (XAI), позволяющих визуализировать области изображений, наиболее значимые для принятия решения, или выявлять комбинации признаков, определивших классификацию [1].

Внедрение нейросетевых методов требует изменения сложившихся процедур осмотра места пожара и проведения

экспертиз. Необходимо разработать нормативно-методическую базу, регламентирующую применение автоматизированных систем, определить требования к их валидации и порядок использования результатов в процессуальных действиях.

Создатели системы на базе Yandex Cloud подчеркивают, что их разработка позиционируется как ассистент, помогающий дознавателю, но не заменяющий его. Окончательное решение остается за человеком, а нейросеть лишь сокращает время на рутинные операции и минимизирует риск пропуска значимых деталей [1].

Ключевым направлением развития является формирование крупных открытых баз данных, включающих:

- изображения термических повреждений с верифицированными причинами пожаров;
- результаты инструментальных измерений материалов после термического воздействия;
- данные о динамике температурных полей и газового состава при экспериментальных пожарах;
- трехмерные модели мест пожаров с различными сценариями развития [2].

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует высокий потенциал нейросетевых технологий для решения задач установления очага и причины пожара. Современные разработки позволяют автоматизировать выявление значимых объектов на месте происшествия, классифицировать типы термических повреждений, идентифицировать материалы по следам горения, диагностировать электротехнические причины пожаров и оценивать состояние строительных конструкций после термического воздействия.

Наиболее значимые результаты достигнуты в области компьютерного зрения для анализа изображений мест пожаров (совместный проект Академии ГПС МЧС России и Яндекса) и создания программно-аппаратных комплексов идентификации пожаров (Томский политехнический университет, Сибирский федеральный университет).

Основные ограничения для широкого внедрения нейросетевых методов — недостаток качественно размеченных данных для обучения, сложность интерпретации результатов «черных ящиков» в юридически значимых процедурах

и необходимость интеграции новых технологий в сложившуюся практику пожарно-технической экспертизы.

Перспективными направлениями дальнейших исследований следует считать создание интегрированных баз данных о термических повреждениях, разработку методов мультимодального анализа, объединяющих визуальные и инструментальные данные, а также создание специализированных автоматизированных рабочих мест для пожарных экспертов с элементами объяснимого искусственного интеллекта.

Список источников

1. Нейросеть Яндекса будет помогать сотрудникам МЧС бороться с пожарами // Агентство социальной информации : информационное агентство. URL: <https://asi.org.ru/news/2025/12/01/iskusstvennyj-intellekt-budet-pomogat-sotrudnikam-mchs-osmatrivat-mesta-proisshestvij> (дата обращения: 19.02.2026).
2. Интеллектуальный анализ процессов дымообразования на пожарах: новые подходы на основе ИИ-технологий / М. В. Шевцов [и др.] // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2025. Т. 52, № 2. С. 159–168.
3. Без шансов: пожар на АЭС предскажет и обнаружит нейросеть томских ученых // Наука.рф : [сайт]. URL: <https://наука.рф/journal/bez-shansov-pozhar-na-aes-predskazhet-i-obnaruzhit-neyroset-tomskikh-uchenykh/> (дата обращения: 21.02.2026).
4. Томские ученые разрабатывают нейросеть для борьбы с пожарами на атомных объектах // Большая Азия : медиаресурс. URL: <https://bigasia.ru/tomskie-uchenyeyazrabatyvayut-nejroset-dlya-borby-s-pozharami-na-atomnyh-obektah/> (дата обращения: 23.02.2026).
5. Fault Cause Inferences of Onboard Lithium-ion Battery Thermal Runaway Using Convolutional Neural Network // IDEAS : [website]. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v320y2025ics0360544225009703.html> (дата обращения: 25.02.2026).
6. Predicting catastrophic temperature changes based on past events via a CNN-LSTM regression mechanism // Neural Computing and Applications. 2021. Vol. 33. P. 9775–9790.
7. Кулагина Л. В., Шефер Э. А. Программный комплекс мониторинга теплового режима в производственных помещениях : программа для ЭВМ : № 2024610862 : заявл. 22.01.2024 : опубл. 25.01.2024 / заявитель Сибирский федеральный университет. Красноярск, 2014.
8. Выявление основных причин возгораний электромобилей // Wiley : онлайн-библиотека. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ente.202400931> (дата обращения: 25.02.2026).

References

1. The neural network of Yandex will help the staff of the Ministry of Emergency Situations to fight fires // Agency of Social Information : informational the agency. URL: <https://asi.org.ru/news/2025/12/01/iskusstvennyj-intellekt-budet-pomogat-sotrudnikam-mchs-osmatrivat-mesta-proisshestvij> (date of access: 19.02.2026).
2. Intelligent analysis of smoke formation processes in fires: new approaches based on AI technologies / M. V. Shevtsov et al. // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical sciences. 2025. Vol. 52, № 2. P. 159–168.
3. No chance: a fire at a nuclear power plant will predict and detect the neural network of Tomsk scientists // Nauka.rf : [website]. URL: <https://наука.pф/journal/bez-shansov-pozhar-na-aes-predskazhet-i-obnaruzhit-neyroset-tomskikh-uchenykh/> (date of access: 21.02.2026).
4. Tomsk scientists are developing a neural network for fighting fires at nuclear facilities // Greater Asia : media resource. URL: <https://bigasia.ru/tomskie-uchenyje-razrabatyvayut-nejroset-dlya-borby-s-pozharami-na-atomnyh-obektah/> (date of access: 23.02.2026).
5. Fault Cause Inferences of Onboard Lithium-ion Battery Thermal Runaway Using Convolutional Neural Network // IDEAS : [website]. URL: <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v320y2025ics0360544225009703.html> (date of access: 25.02.2026).
6. Predicting catastrophic temperature changes based on past events via a CNN-LSTM regression mechanism // Neural Computing and Applications. 2021. Vol. 33. P. 9775–9790.
7. Kulagina L. V., Schafer E. A. Software package for monitoring the thermal regime in industrial premises : computer program : № 2024610862 : application 22.01.2024 : published on 25.01.2024 / applicant Siberian Federal University. Krasnoyarsk, 2014.
8. Identification of the main causes of electric vehicle fires // Wiley : online library. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ente.202400931> (date of access: 25.02.2026).

Пожарная безопасность
Обзорная статья
УДК 614.84

Оценка эффективности применения роботизированных установок пожаротушения для Музея авиации «Крылья Победы» Музейного комплекса в Верхней Пышме

Актёрский Юрий Николаевич

инженер, Инженерный центр «ЭФЕР», Петрозаводск
info@efer/pro

Заринов Роман Камилевич

слушатель факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
romchh@mail.ru

Кононенко Елена Венедиктовна

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры пожарной безопасности в строительстве, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
ekononenko51@mail.ru

Аннотация. В статье указаны результаты расчетной оценки эффективности роботизированных установок пожаротушения по сравнению с традиционными спринклерными системами пожаротушения на объекте с массовым пребыванием людей. Анализируемый корпус Музейного комплекса представляет собой комплекс крупнообъемных планировочных помещений с высокой пожарной нагрузкой. На основе полученных данных и моделирования сценариев развития условного пожара выявлены преимущества РУП по времени реагирования, адресности подачи огнетушащих веществ, снижению расчетного значения пожарного риска на объекте.

Ключевые слова: роботизированные установки пожаротушения (РУП), киберфизические комплексы, критические факторы

Evaluation of the effectiveness of the use of robotic fire extinguishing systems for the "Wings of Victory" Aviation Museum at the Museum complex in Verkhnyaya Pyshma

Yuriy N. Akterskiy

engineer, company "EFER", Petrozavodsk
info@efer/pro

Roman K. Zaripov

group listener of Fire and Technosphere faculty, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
romchh@mail.ru

Elena V. Kononenko

candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher, Professor of the Department of Fire Safety in Construction, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
ekononenko51@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the estimated assessment of the effectiveness of robotic fire extinguishing systems (hereinafter referred to as RFES) in comparison with traditional sprinkler fire extinguishing systems for a facility with a mass stay of people. The analyzed building of the Museum complex is a complex of large-volume premises with a high fire load. Based on the obtained data and modeling of fire development scenarios, the advantages of the RFES in terms of response time, the direction of fire extinguishing agents, and the reduction of the estimated value of fire risk at the facility have been substantiated.

Keywords: robotic fire extinguishing systems, cyber-physical complexes, critical factors

Введение

Музейные комплексы относятся к категории объектов, где вопросы пожарной безопасности имеют первостепенное значение. Помимо требований к защите людей, особое внимание уделяется сохранности экспонатов, архивных материалов и иных культурных ценностей. Любой пожар в таких зданиях способен привести не только к материальному ущербу, но и к необратимой утрате исторического наследия.

Традиционные системы автоматического пожаротушения, в частности спринклерные установки, широко применяются на объектах с массовым пребыванием людей и в большинстве случаев демонстрируют высокую эффективность. Однако в музейных комплексах, которые часто характеризуются значительной высотой залов, сложной архитектурой и высокой ценностью размещенных предметов, классические решения оказываются не всегда оптимальными.

В последние годы развивается направление роботизированных установок

пожаротушения (далее — РУП), которые обеспечивают локализованное воздействие на очаг пожара и позволяют минимизировать ущерб предметам искусства и другим ценностям. РУП отличаются адресной подачей огнетушащего вещества, сокращенным временем реагирования и гибкостью в адаптации к особенностям помещений.

Цель данной работы — выполнить сравнительную оценку традиционных спринклерных систем РУП, определить их сильные и слабые стороны, а также рассмотреть эффективность применения РУП на примере корпуса «Крылья Победы» Музейного комплекса.

Технологии тушения спринклерных систем и РУП

Особенности работы спринклерных систем

Спринклерные установки относятся к наиболее распространенным средствам автоматического пожаротушения. Их действие основано на локальном включении оросителей, срабатывающих

при достижении определенной температуры. После разрушения термочувствительного элемента вода начинает распыляться на защищаемую область. Такая система проста по конструкции, надежна в эксплуатации и используется десятилетиями в различных типах зданий — от складов до общественных помещений.

Однако в высоких залах, характерных для музейных комплексов, проявляется ряд ограничений. Оросители располагаются на значительной высоте, и поднимающиеся конвективные потоки могут разрушать структуру водяной струи еще до того, как она достигнет очага горения. Это снижает фактическую интенсивность орошения и, как следствие, эффективность тушения.

Дополнительная проблема связана со временем реакции. Прогрев верхней зоны помещения до температуры срабатывания может занимать несколько минут. За этот период пожар нередко выходит за пределы начальной стадии, что усложняет его локализацию.

Еще один существенный недостаток — большой объем воды, подаваемый на площадь, значительно превышающую реальный очаг возгорания. Для музейных помещений это может стать фактором вторичного ущерба, сопоставимого по масштабу с последствиями самого пожара.

Принцип работы и преимущества РУП

РУП представляют собой комплекс технических средств, включающий интеллектуальные датчики обнаружения возгорания, систему автоматического позиционирования и модули подачи огнетушащего вещества. Управление осуществляется в автоматическом режиме, что позволяет минимизировать время с момента обнаружения пожара до начала тушения.

В отличие от спринклерных систем РУП способны направлять струю огнетушащего вещества непосредственно в зону возгорания, избегая нецелевого орошения окружающих предметов. Благодаря этому значительно снижается риск повреждения музейных экспонатов.

Большинство современных РУП поддерживают работу с разными типами огнетушащих составов — от воды до тонкораспыленных растворов. Тонкораспыленная вода особенно эффективна в помещениях с высокой ценностью имущества, поскольку уменьшает объем влаги, попадающей на окружающую среду. Тем не менее успешная работа РУП требует качественной системы обнаружения пожара и корректной настройки алгоритмов. При неправильном размещении роботизированных модулей или недостаточной их плотности охвата возрастает риск снижения эффективности.

По совокупности характеристик РУП представляют собой современный инструмент, потенциально превосходящий традиционные спринклерные системы в условиях, где важна адресность и деликатность тушения, в т. ч. в музейных и выставочных пространствах.

Требования к РУП сформулированы в действующих нормативных документах, регламентирующих как технические характеристики, так и порядок испытаний подобных комплексов. Эти документы устанавливают перечень функциональных возможностей, критерии надежности, требования к автоматике обнаружения и алгоритмам управления [1, 2].

Кроме того, РУП, предназначенные для применения на объектах защиты, подлежат обязательной оценке соответствия. Это позволяет подтвердить, что оборудование может работать в условиях пожара и безопасно взаимодействовать с другими инженерными системами здания.

Сравнительный анализ эффективности установок на примере условного сценария развития пожара

Рассмотрим два условных сценария пожара в одном зале музея и дадим оценку, насколько эффективно работает спринклерная система и РУП.

Представим: зал площадью 800 м², высота потолков 12 м, экспонаты на полу и в витринах, часть ценных исторических артефактов на стеллажах. Начальное возгорание небольшое — бумажный картон в углу (начало пожара с локальным очагом).

Сценарий 1. Маленький, локальный очаг, ранняя стадия.

При спринклерной системе термоболба в ближайшем оросителе может сработать только спустя некоторое время, к моменту распыления вода попадет на всю площадь. В итоге имеем залитые экспонаты, возможные повреждения выставочных стен, избыточную воду.

При РУП система с помощью оптического теплового датчика за короткий промежуток времени обнаружит возгорание, направит робота-оросителя и подаст воду или тонкораспыленную струю воды конкретно в очаг возгорания. За счет малого расхода имеем следующее: пожар потушен, экспонаты защищены, ущерб минимален.

Результат: РУП существенно эффективнее благодаря высокой вероятности локализации в короткий промежуток времени и тушению очага без ущерба.

Сценарий 2. Пожар развивается: огонь из угла перекинулся на выставочный экспонат, площадь возгорания увеличилась, дым и пламя распространяются по помещению. При спринклерной системе активируются несколько оросителей, начнется заливка помещения, тушение, вероятно, будет эф-

фективно, но интенсивное орошение повлечет риск повреждения многих экспонатов. Также вода может начать скапливаться, создавая дополнительные риски замыкания электрооборудования.

Система РУП достаточно масштабная: несколько роботов способны покрыть несколько зон защиты, они могут одновременно направить струю компактной или распыленной воды/пены на разные очаги с меньшим расходом, что снизит повреждения имущества и материальных ценностей. Однако при стремительном распространении огня и дыма, если роботов недостаточно, эффективность может быть ограничена.

Результат: РУП сохраняет преимущество, но требует адекватного проектирования и достаточного числа устройств. При недостаточной конфигурации программного обеспечения и грамотного размещения возможен риск снижения его эффективности.

Сравнение ключевых параметров эффективности представлено в таблице 1, составленной на основе анализа тактико-технических характеристик систем и данных производителя [3].

Влияние систем на безопасность эвакуации можно оценить через расчетное время блокирования путей эвакуации ($t_{\text{бл}}$) — времени, по истечении которого опасные факторы пожара (далее — ОФП) достигают критических значений, делая эвакуацию невозможной в соответствии с СП 1.13130 [4]. При свободном развитии пожара в первые минуты и до срабатывания спринклерной системы задымление происходит быстро. Расчеты по методике [5] показывают, что для экспозиционно-выставочного зала $t_{\text{бл}}$ может составить около 3,5 мин.

Сравнение времени блокирования ближайшего эвакуационного выхода представлено в таблице 2.

Таблица 1

Сравнительные характеристики устройств

Параметр	Спринклерная система	РУП
Время обнаружения очага	4–6 мин.	25–30 с.
Точность подачи огнетушащих веществ	Широкое распыление воды по всей площади	Высокая (адресная, в очаг)
Эффективность подачи огнетушащих веществ	Низкая (из-за потерь по высоте)	Высокая (из-за высокой интенсивной подачи огнетушащих веществ)
Расход огнетушащих веществ	Очень высокий	Оптимальный, необходимый
Ущерб имуществу	Значительный	Минимальный, локальный
Время локализации и ликвидации очага	Продолжительное, зависит от времени срабатывания	1–3 мин.

Таблица 2

Время блокирования ближайшего эвакуационного выхода

ОФП	Время блокирования при тушении спринклерной системой	Время блокирования при тушении РУП
Температура	116	Не достигается
Концентрация O_2	107	155
Дальность видимости	64	70

По результатам моделирования и расчетов двух сценариев пожара установлено, что применение РУП позволяет существенно увеличить время достижения критического значения ОФП — снижения дальности видимости, что значительно повышает вероятность эвакуации людей в случае пожара. При этом критическое значение температуры в сценарии 2 не достигается.

Применение РУП, подавляющей пожар на ранней стадии, кардинально меняет динамику. Мощность пожара и, как следствие, интенсивность выделения дыма и тепла снижаются на порядок. Это позволяет увеличить расчетное время блокирования путей эвакуации как минимум до 10 мин., создавая огромный запас времени для безопасного выхода людей из здания.

Заключение

Результаты исследования: для Музейного комплекса, где сохранность культурных и материальных ценностей наследия России стоит на первом месте, РУП представляют собой очень перспективное и предпочтительное решение по сравнению с традиционными спринклерными системами.

РУП обеспечивают высокую точность тушения, минимизацию ущерба имуществу, адаптацию под архитектуру и дизайн залов, оперативное реагирование на очаг возгорания. Тем не менее для эффективного применения РУП необходим комплексный подход к проектированию: расчет необходимого количества роботов, зон их покрытия, интеграция с системами обнаружения

пожара и контроля, обеспечение надежного технического обслуживания.

Рекомендация: рассматривать внедрение РУП в первую очередь в залах, где находятся наибольшие ценности и экспонаты высокого риска повреждения водой — архивы, уникальные предметы, экспозиции. Можно комбинировать: для некоторых вспомогательных помещений использовать спринклеры, а для «чувствительных» зон — РУП.

При правильном проектировании и эксплуатации применение роботизированной пожарной установки может существенно повысить уровень защиты таких строений, как корпус «Крылья Победы» Музейного комплекса, и минимизировать риски утраты культурных ценностей, а также создать запас времени для безопасной эвакуации людей.

Список источников

1. ГОСТ Р 53326–2009. Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы. Москва : Стандартинформ, 2010. IV, 18 с.
2. Пожарные роботы ПР-ЛСД-С(х)У // ПОЖТЕХСПАС : [сайт]. URL: <https://pozhtehspas.ru/catalog/pozharnye-roboty/> (дата обращения: 27.10.2025).
3. СТО 1682.0017-2020 «Роботизированная установка пожаротушения. Нормы и правила проектирования» : стандарт организации ООО «Инженерный центр „ЭФЭР“». Указанный документ зарегистрирован в МЧС России в качестве нормативного документа по пожарной безопасности с присвоением обозначения (шифра) «ВНПБ 39-20».
4. Об утверждении свода правил СП 1.13130 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» : приказ МЧС России от 19.03.2020 № 194 (ред. от 16.06.2025) // КонсультантПлюс : [сайт]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351940/?ysclid=mosleul1vo667803094 (дата обращения: 27.10.2025).
5. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности : приказ МЧС России от 14.10.2022 № 1140 // Официальный интернет-портал правовой информации : [сайт]. URL: <https://clck.ru/3TSCRd> (дата обращения: 27.10.2025).

References

1. GOST R 53326–2009. Fire engineering. Robotic fire-fighting installations. General technical requirements. Test methods. Moscow : Standartinform, 2010. IV, 18 p.

2. Fire robots PR-LSD-S(x)U // POZHTEKHSPAS : [website]. URL: <https://pozhtehspas.ru/catalog/pozharnye-roboty/> (date of access: 27.10.2025).
3. STO 1682.0017-2020 "Robotic fire extinguishing system. Design standards and rules" : Organizational standard of Engineering Center FER LLC. This document is registered with the Ministry of Emergency Situations of Russia as a regulatory document on fire safety and assigned the designation (code) "VNPB 39-20".
4. On approval of the set of rules SP 1.13130 "Fire protection systems. Evacuation routes and exits" : Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated March 19, 2020 № 194. // ConsultantPlus : [website]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351940/?ysclid=mosleul1vo667803094 (date of access: 27.10.2025).
5. On approval of the methodology for determining the calculated values of fire risk in buildings, structures, and fire compartments of various functional fire hazard classes : Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated November 14, 2022 № 1140 // Official Internet Portal of Legal Information : [website]. URL: <https://clck.ru/3TSCRd> (date of access: 27.10.2025).

Arduino-устройство для пожаробезопасности дверных проемов

Попова Карина Андреевна

студент направления 20.03.01 Техносферная безопасность, Политехническая школа, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск
kkpopova1902@gmail.com

Ткаченко Всеволод Андреевич

научный руководитель, кандидат технических наук, доцент Политехнической школы, Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск

Аннотация. В работе рассматривается прототип локального устройства пожаробезопасности на базе микроконтроллера Arduino, устанавливаемого над дверным проемом для повышения безопасности при эвакуации людей из зданий. Устройство осуществляет контроль температуры, задымленности и содержания угарного газа в зоне за дверью и реализует простую цветовую индикацию состояния: красный сигнал — проход опасен, зеленый — проход условно безопасен. Дополнительно предусмотрены релейные выходы для подключения внешних источников освещения, например напольной подсветки эвакуационных путей. В статье приведены структура устройства, алгоритм работы, особенности программной реализации, показано, что разработанный прототип может служить доступным и эффективным дополнением к существующим системам оповещения и управления эвакуацией, а также учебным стендом при подготовке специалистов в области техносферной безопасности.

Ключевые слова: техносферная безопасность, пожарная безопасность, Arduino, сигнализация, эвакуация

Arduino-based doorway fire safety device

Karina A. Popova

student of the 20.03.01 Technosphere Safety program, Polytechnic School, Yugra State University, Khanty-Mansiysk
kkpopova1902@gmail.com

Vsevolod A. Tkachenko

supervisor, Associate Professor of the Polytechnic School, Candidate of Technical Sciences, Yugra State University, Khanty-Mansiysk

Abstract. This paper examines a prototype of a local fire safety device based on an Arduino microcontroller, installed above a doorway to improve the safety of occupants evacuating

buildings. The device monitors temperature, smoke, and carbon monoxide levels in the area behind the door and provides simple color status indicators: red indicates dangerous passage, green indicates relatively safe passage. Relay outputs are also provided for connecting external lighting sources, such as floor lighting for evacuation routes. The article presents the device's structure, operating algorithm, and software implementation features. It also demonstrates that the developed prototype can serve as an affordable and effective supplement to existing warning and evacuation management systems, as well as a training tool for specialists in the field of technosphere safety.

Keywords: technosphere safety, fire safety, Arduino, alarm, evacuation

Введение

Обеспечение пожарной безопасности и безопасной эвакуации людей из зданий остается одной из ключевых задач техносферной безопасности, поскольку значительная доля гибели и травматизма при пожарах связана не с самим огнем, а с воздействием продуктов горения и дезориентацией людей в задымленном пространстве. Наличие оперативной и однозначно понятной индикации опасности непосредственно на пути движения (у дверных проемов) снижает вероятность ошибочного выбора маршрута и позволяет выиграть критические секунды при эвакуации [1].

Современные нормы системы противопожарной защиты и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре предъявляют требования к обеспечению своевременного информирования людей о возникновении опасных факторов пожара, но стандартные решения чаще ориентированы на общий уровень здания или помещения, а не на локальную оценку обстановки за конкретной дверью. Разработка компактного прототипа на базе Arduino, устанавливаемого над дверным проемом и оценивающего температуру, задымленность и концентрацию угарного газа с последующей световой индикацией «проход безопасен / проход опасен», позволит повысить информированность людей непосредственно в точке принятия решения

и может служить эффективным дополнением к существующим системам оповещения и эвакуационного освещения [1, 2].

Дополнительная актуальность данной разработки заключается в ее доступности и адаптируемости: использование широко распространенной платформы Arduino и недорогих датчиков делает возможным применение решения в учебных целях, на малобюджетных объектах, а также в качестве экспериментального стенда для отработки алгоритмов принятия решения по совокупности критериев опасности. Это соответствует тенденциям внедрения интеллектуальных и мультикритериальных систем мониторинга в области пожарной безопасности и дает возможность к последующей интеграции прототипа в более сложные системы автоматизированного контроля и управления эвакуацией [3].

Ход исследования

Обзор существующих аналогов

В области обеспечения пожарной безопасности и организации эвакуации уже используется широкий спектр технических средств, решающих близкие по назначению задачи: раннее выявление опасных факторов пожара и информирование людей о необходимости покинуть опасную зону. Промышленные решения можно условно разделить на несколько групп: пожарные извещатели и системы сигнализации, системы

оповещения и управления эвакуацией, световые средства индикации и специализированные устройства контроля состояния дверей. Ниже приведен обзор основных классов аналогичных решений и их соотнесение с разрабатываемым прототипом [2, 4, 5, 6, с. 124].

Пожарные извещатели и системы сигнализации

Наиболее распространенными элементами систем противопожарной защиты являются пожарные извещатели: дымовые, тепловые, пламени, а также мультикритериальные датчики, совмещающие несколько принципов обнаружения. Они предназначены для автоматического обнаружения опасных факторов пожара (повышение температуры, задымление, наличие продуктов горения) и передачи сигнала «Пожар» на приемно-контрольный прибор, который управляет сиренами, табло «Выход» и другие исполнительные устройства.

Современные адресно-аналоговые системы позволяют не только фиксировать факт срабатывания датчика, но и локализовать участок, где возникла опасность, а также учитывать динамику изменения параметров (температура, концентрация дыма и газа), что повышает помехоустойчивость и снижает число ложных срабатываний. Однако такие системы, как правило, ориентированы на контроль помещений и зон в целом, а не на локальную оценку обстановки непосредственно за конкретной дверью и не дают человеку на пороге двери простой бинарной индикации «можно/нельзя проходить».

Системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ)

Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре обеспечивают доведение до людей информации о пожаре с помощью звуковых и световых оповещателей, а также формируют управляющие сигналы для включения

эвакуационного освещения, табло, управления дверями, лифтами и другими инженерными системами. Нормативные документы регламентируют типы СОУЭ, их функциональные возможности и требования к размещению световых указателей направления движения и выходов из здания.

Стандартные СОУЭ, как правило, реализуют централизованное оповещение (объектный/этажный уровень), не предусматривая индивидуальную оценку риска для конкретной двери, ведущей, например, в коридор, на лестничную клетку или в соседнее помещение, где может быть высокая температура или критическая задымленность. В этом контексте разрабатываемый Arduino-прототип можно рассматривать как локальное дополнение к существующей СОУЭ, обеспечивающее более детализированную информацию именно в точке принятия решения о проходе через дверь.

Световые оповещатели и дверные индикаторы

На рынке представлены различные световые пожарные оповещатели и табло («Выход», «Не входить», «Пожар», стрелочные указатели направления), предназначенные для визуального сопровождения эвакуации. Эти устройства обеспечивают статическую или динамическую индикацию маршрутов эвакуации в соответствии с проектными решениями системы пожарной сигнализации и СОУЭ.

Существуют также специализированные дверные индикаторы и блокировочные устройства, которые в составе систем контроля доступа или систем дымоудаления могут сигнализировать о состоянии дверей (открыта/закрыта, разблокирована/заблокирована) и при пожаре изменять режим работы двери. Однако большинство таких решений не «подглядывает» за ситуацией по другую сторону дверного полотна, а лишь отображает

статус, связанный с логикой системы (например, разрешен/запрещен проход по сигналу от центра).

Разрабатываемый нами прототип отличается тем, что опирается на данные непосредственно в зоне за дверью (температура, дым, угарный газ) и формирует индикацию на самой двери, фактически превращая ее в «интеллектуальный барьер» с оценкой реальной опасности.

Мультикритериальные датчики, интеллектуальные решения

В последние годы набирают распространение мультикритериальные пожарные извещатели, объединяющие несколько физических принципов обнаружения (дым + температура + газ) и использующие интеллектуальные алгоритмы обработки сигналов. Эти устройства разделяют обычные технологические воздействия (пар, пыль, кратковременный нагрев) и реальные признаки пожара, что повышает достоверность обнаружения и снижает вероятность ложных срабатываний.

Arduino-прототип, рассматриваемый в работе, концептуально близок к подобным мультикритериальным решениям, но реализует их на уровне локального узла над дверью с простым бинарным интерфейсом для пользователя (красный/зеленый свет) и возможностью подключения внешней подсветки пути эвакуации. Это позволяет использовать его и как экспериментальный стенд для отработки алгоритмов слияния данных от различных датчиков, и как практическое устройство для небольших объектов или учебных лабораторий.

Преимущества и ограниченности прототипа относительно аналогов

По сравнению с промышленными системами пожарной сигнализации и СОУЭ представленный прототип обладает рядом преимуществ: локальной оценкой опасности именно за дверью, наглядной индикацией «проход закрыт/

разрешен», простотой и низкой стоимостью реализации на базе распространенной платформы Arduino. Вместе с тем он не предназначен для замены сертифицированных систем, не обеспечивает требуемой по нормам избыточности, надежности, защиты от отказов и устойчивости к внешним воздействиям и потому должен рассматриваться как дополнение к основным подсистемам противопожарной защиты или как учебно-лабораторный образец для подготовки специалистов в области техносферной безопасности [7–9].

Концепция и назначение устройства

Разрабатываемое устройство представляет собой локальный модуль пожаробезопасности, который устанавливается над дверным проемом и предназначается для оперативной оценки опасных факторов пожара в зоне за дверью перед принятием решения о проходе. Основная идея заключается в том, чтобы дать человеку предельно простую и однозначную визуальную подсказку «можно либо нельзя идти», основанную на измерении температуры, задымленности и концентрации угарного газа в контролируемой зоне.

В отличие от централизованных систем пожарной сигнализации и СОУЭ, ориентированных на уровень здания или помещения, данный прототип работает на уровне конкретной двери и позволяет учесть локальные особенности развития пожара, например сильное задымление на лестничной клетке при еще относительно безопасной обстановке в помещении, где находится человек [10, 11].

Структура и реализация

Аппаратная часть устройства реализована на базе микроконтроллера Arduino (например, Arduino Uno или Nano), к которому подключены:

– датчик температуры (цифровой, например DS18B20);

- датчик дыма / горючих газов (например, MQ-2);
- датчик угарного газа (например, MQ-7 или аналогичный);
- светодиодный модуль индикации с двумя основными цветами: красным и зеленым;
- релейный модуль для управления внешними световыми нагрузками (напольная подсветка, дополнительные световые указатели).

Питание устройства может осуществляться от локального источника постоянного тока с резервированием (аккумулятор, ИБП), что повышает устойчивость к отказам при пропадании основного электроснабжения. Конструктивно модуль выполняется в компактном корпусе с возможностью крепления над дверным проемом и подвода кабелей к датчикам, установленным в зоне за дверью либо непосредственно в плоскости дверного проема.

Алгоритм работы и логика принятия решения

Алгоритм работы контроллера базируется на циклическом опросе датчиков с последующей обработкой данных и формированием бинарного решения о состоянии дверного проема для эвакуации. На каждом цикле измеряются:

- текущая температура в зоне контроля;
- уровень задымленности;
- косвенная оценка концентрации угарного газа.

Для каждого параметра задаются пороговые значения, разделяющие условно безопасный и опасный диапазон. Логика решения может быть реализована, например, по принципу:

- если хотя бы один из параметров превышает свой пороговый уровень опасности, устройство переводит индикацию в красный режим («проход запрещен»), включает внешние световые нагрузки,

формирует при необходимости сигнал во внешнюю систему;

- если все контролируемые параметры находятся в допустимых пределах, загорается зеленая индикация («проход условно безопасен»), внешняя подсветка может работать в режиме подсветки пути.

Для повышения помехоустойчивости и уменьшения числа ложных срабатываний вводятся:

- временная фильтрация (подтверждение превышения порога в течение заданного времени);
- гистерезис по порогам (отдельные значения для включения и отключения тревоги);
- возможность комбинированных условий, например жесткий запрет при высокой температуре и отдельное реагирование на рост концентрации продуктов горения.

Программная реализация

Программное обеспечение устройства реализуется на языке C/C++ в среде разработки Arduino IDE и включает следующие функциональные блоки:

- инициализацию входов и выходов, настройку интерфейсов датчиков;
- калибровку и перевод сигналов датчиков в физические величины (температура, условный уровень дыма, относительная оценка CO);
- основной цикл опроса датчиков с учетом заданного периода дискретизации;
- модуль логики принятия решения и формирования состояния индикации;
- модуль управления релейными выходами и, при необходимости, передачи данных во внешние системы (через последовательный интерфейс или шину).

Код предусматривает хранение ключевых порогов и настроек либо в энергонезависимой памяти, либо в конфигурационных константах, что позволяет адаптировать устройство под разные типы помещений, а также использовать

его в учебных целях для отработки различных алгоритмов принятия решений по совокупности критериев [8].

Интеграция в систему эвакуации и эксплуатационные особенности

Разрабатываемое устройство не является заменой сертифицированной пожарной сигнализации и СОУЭ, а рассматривается как локальное дополнительное средство повышения безопасности при эвакуации, установленное непосредственно в точке принятия решения о проходе через дверь. Оно может использоваться:

- как вспомогательное средство визуальной индикации для людей в условиях ограниченной видимости и высокой психоэмоциональной нагрузки;
- в составе учебных лабораторий по техносферной безопасности для демонстрации влияния опасных факторов пожара и алгоритмов технического сопровождения эвакуации;
- на малобюджетных объектах в качестве экспериментального решения, дополняющего базовые меры пожарной безопасности.

При эксплуатации необходимо предусмотреть периодическую проверку работоспособности датчиков, тестирование индикации, контроль целостности кабельных соединений и, при использовании химических датчиков газа, их периодическую калибровку или замену по регламенту производителя. Это обеспечивает стабильность характеристик

устройства и повышает достоверность формируемых сигналов для лиц, принимающих решение о проходе через дверной проем.

Заключение

Прототип Arduino-устройства для контроля пожаробезопасности дверных проемов представляет собой эффективное, простое в реализации и при этом надежное решение для дополнения систем эвакуации при пожаре. Использование цветовой индикации (красный — опасность, зеленый — безопасность) обеспечивает интуитивное понимание ситуации в условиях паники, а возможность управления внешними световыми источниками через реле позволяет интегрировать устройство в более сложные системы оповещения.

Устройство может быть установлено над входными дверями в критических точках здания (переход между зонами, выход в коридор и т. д.), обеспечивая локальный, независимый контроль и немедленное визуальное оповещение об опасности непосредственно в точке принятия решения о входе.

Реализация такого устройства соответствует требованиям техносферной безопасности и может служить как дополнение к стандартным СОУЭ, повышая эффективность эвакуации и уменьшая риск попадания людей в опасные зоны при пожаре.

Список источников

1. СП 3.13130.2024. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности : утверждено приказом МЧС России от 24.06.2024 № 460 : введ. 01.01.2025. Москва : МЧС России, 2024. 55 с. URL: <https://tiflocentre.ru/documents/sp-3-13130-2024.php> (дата обращения: 27.01.2026).
2. 5 типов СОУЭ: виды систем пожарного оповещения и управления эвакуацией людей // РТС-2000 : [сайт]. URL: <https://rts2000.ru/blog/polezno/5-tipov-soue-vidy->

sistem-pozharnogo-opoveshcheniya-i-upravleniya-evakuatsiey-lyudey/ (дата обращения: 27.01.2026).

3. Github S. Fire Detection Using Sensor Fusion — Arduino Nano 33 BLE Sense // Edge Impulse Documentation : [сайт]. URL: <https://docs.edgeimpulse.com/projects/expert-network/fire-detection-sensor-fusion-arduino-nano> (дата обращения: 27.01.2026).

4. Виды извещателей // Юнитэст : [сайт]. URL: <https://www.unitest.ru/about/publication/vidy-izveshchateley.html> (дата обращения: 27.01.2026).

5. Виды пожарной сигнализации // Рустелематика : [сайт]. URL: <https://rustelematika.ru/blog/vidy-pozharnoy-signalizatsii/> (дата обращения: 27.01.2026).

6. Дубинский А. С. Горизонтальные световые знаки пожарной безопасности как способ повышения эффективности систем оповещения и управления эвакуацией в зданиях // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации : сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России в 2 ч., Екатеринбург, 30 мая — 3 июня 2022 г. Ч. 1. Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. С. 121–126.

7. Важдаев К. В., Баходуров Х. Х., Муминов С. Х. Экономическая эффективность внедрения интеллектуальной системы сигнализатора загазованности для зданий и сооружений // Human Progress. 2025. Т. 11, № 6. С. 7. DOI 10.46320/2073-4506-2025-6a-1

8. Емельянов Г. В. Программирование микроконтроллеров Arduino // Молодой ученый. 2021. № 4 (346). С. 6–8.

9. Ларкович Д. П. Преимущества современных систем оповещения и управления эвакуацией перед традиционными: технологический прорыв в обеспечении безопасности // Студенческие научные исследования : сборник статей XXV Международной научно-практической конференции в 2 ч., Пенза, 05 июня 2025 года. Пенза : Наука и Просвещение, 2025. С. 109–111.

10. Акри Д. Ф., Боброва А. А. Требования пожарной безопасности к путям эвакуации // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии : сборник статей 78-й Всероссийской научно-технической конференции, Самара, 19–23 апреля 2021 г. Самара : Самарский государственный технический университет, 2021. С. 346–351.

11. Мельников Г. О., Турсенов С. А. Роль системы оповещения и управления эвакуацией людей в тактике тушения пожаров // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : материалы IX Международной научно-практической конференции в 2 ч., Москва, 19–20 марта 2024 г. Москва : Академия Государственной противопожарной службы, 2024. С. 192–196.

References

1. SP 3.13130.2024. Fire Protection Systems. Fire Alert and Evacuation Management System. Fire Safety Requirements : approved by Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated June 24, 2024, № 460 : introduced on January 1, 2025. Moscow : EMERCOM of Russia, 2024. 55 p. URL: <https://tiflocentre.ru/documents/sp-3-13130-2024.php> (date of access: 27.01.2026).

2. 5 Types of Fire Alarm and Evacuation Management Systems // RTS-2000 : [website]. URL: <https://rts2000.ru/blog/polezno/5-tipov-souev-vidy-sistem-pozharnogo-opoveshcheniya-i-upravleniya-evakuatsiy-lyudey/> (date of access: 27.01.2026).
3. Githu S. Fire Detection Using Sensor Fusion — Arduino Nano 33 BLE // Edge Impulse Documentation : [website]. URL: <https://docs.edgeimpulse.com/projects/expert-network/fire-detection-sensor-fusion-arduino-nano> (date of access: 27.01.2026).
4. Types of detectors // Unitest Company : [website]. URL: <https://www.unitest.ru/about/publication/vidy-izveshchateley.html> (date of access: 27.01.2026).
5. Types of fire alarms // Rustelematika : [website]. URL: <https://rustelematika.ru/blog/vidy-pozharnoy-signalizatsii/> (date of access: 27.01.2026).
6. Dubinsky A. S. Horizontal light signs of fire safety as a way to improve the efficiency of warning systems and evacuation management in buildings // Actual problems of security in the Russian Federation : Collection of materials from the Days of Science with international participation, dedicated to the 90th anniversary of the Civil Defense of Russia in 2 parts, Ekaterinburg, May 30 — June 3 2022. Part 1. Ekaterinburg : UISFS of EMERCOM of Russia, 2022. P. 121–126.
7. Vazhdaev K. V., Bakhodurov H. H., Muminov S. H. Economic Efficiency of Implementing an Intelligent Gas Detection System for Buildings and Structures // Human Progress. 2025. Vol. 11, № 6. P. 7. DOI 10.46320/2073-4506-2025-6a-1
8. Emelianov G. V. Programming Arduino Microcontrollers // Young Scientist. 2021. № 4 (346). P. 6–8.
9. Larkovich D. P. Advantages of modern warning and evacuation management systems over traditional ones: a technological breakthrough in ensuring safety // Student research : a collection of articles from the XXV International scientific and practical conference in 2 p., Penza, June 5, 2025. Penza : Science and Education, 2025. P. 109–111.
10. Akri D. F., Bobrova A. A. Fire safety requirements for evacuation routes // Traditions and innovations in construction and architecture. Construction and construction technologies : a collection of articles from the 78th All-Russian scientific and technical conference, Samara, April 19-23, 2021. Samara : Samara State Technical University, 2021. P. 346–351.
11. Melnikov G. O., Tursenev S. A. The Role of the Warning and Evacuation Management System in Fire Fighting Tactics // Fire Fighting: Problems, Technologies, Innovations : Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference in 2 p., Moscow, March 19–20, 2024. Moscow : Academy of the State Fire Service, 2024. P. 192–196.

Пожарная безопасность
Научная статья
УДК 614.844

Сравнительный анализ эффективности роботизированных и традиционных установок пожаротушения при защите сооружений

Бондарь Арина Сергеевна

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
bondarari2006@gmail.com

Тарасов Василий Игоревич

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
tarasov01_06@mail.ru

Худякова Светлана Александровна

кандидат педагогических наук, доцент, начальник кафедры математики и информатики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
KhudyakovaSA@uigps.ru

Шпаньков Андрей Владимирович

старший преподаватель кафедры математики и информатики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
shpankov_andrey@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена выявлению наиболее эффективной установки пожаротушения. Актуальность работы обусловлена важностью качественной защиты и обеспечения безопасности граждан. Были рассмотрены преимущества и недостатки работы выбранных установок в условиях крупных по объему помещений. Используя статистику реагирования систем тушения, определили какая из их — традиционная или роботизированная — будет наиболее эффективной при защите крупных сооружений.

Ключевые слова: система, тушение, пожар, вероятность, сработка

Comparative analysis of the effectiveness of robotic and traditional fire-extinguishing systems in protecting structures

Arina S. Bondar

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
bondarari2006@gmail.com

Vasiliy I. Tarasov

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
tarasov01_06@mail.ru

Svetlana A. Khudyakova

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
KhudyakovaSA@uigps.ru

Andrey V. Shpankov

senior Lecturer at the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
shpankov_andrey@mail.ru

Abstract. The article is devoted to identifying the most effective fire extinguishing system. The relevance of the work is due to the importance of high-quality protection and ensuring the safety of citizens. The advantages and disadvantages of the selected systems in large-scale premises were considered. Using the statistics of the fire extinguishing systems' response, we determined which of them: traditional or robotic, will be the most effective in protecting large structures.

Keywords: system, extinguishing, fire, probability, triggering

Введение

Ежедневно люди посещают торговые центры, магазины и иные здания. Обеспечение качественной, а главное эффективной пожарной безопасности является комплексной задачей, сложность которой состоит в архитектурных особенностях строения. В зданиях повышенной квадратуры быстрота развития пожара обусловлена сочетанием конструктивных особенностей, неисправностей инженерного оборудования и высокой пожарной нагрузкой в виде присутствия большого количества разнообразных горючих материалов и повышенного скопления людей. Все эти факторы создают условия для быстрого развития пожара, в разы усиливают пожарную опасность, затрудняют эвакуацию людей и проведение спасательных работ. Поэтому необходим поиск и внедрение установок, наиболее эффективных в решении данной проблемы.

Существует два вида установок пожаротушения: роботизированные и традиционные системы.

Роботизированная установка пожаротушения (далее — РУП) — это автоматическая система для обнаружения и ликвидации очагов возгорания, устанавливается в потолочном пространстве. РУП создают высокую интенсивность орошения, позволяющую быстро ликвидировать очаг возгорания, что значительно повышает эффективность пожаротушения и снижает ущерб от пожара. В отличие от так же рассматриваемых в нашей статье традиционных автоматических систем пожаротушения, которые имеют ограниченную зону действия и фиксированные точки подачи огнетушащих веществ, РУП способны перемещаться и адаптироваться к изменяющейся обстановке на объекте [1].

Традиционные установки пожаротушения (далее — АУПТ) — это системы, предназначенные для автоматического

обнаружения возгорания и тушения без участия человека. РУП работает по принципу автоматического обнаружения и тушения очага возгорания с использованием роботизированных устройств. Основная концепция заключается в обеспечении оперативного и точного реагирования на пожар, особенно в труднодоступных или опасных для человека зонах,

с минимальным участием персонала [2]. В таблице 1 приведена сравнительная характеристика систем пожаротушения [3].

Проанализировав критерии сравнения, мы пришли к выводу, что роботизированные установки пожаротушения демонстрируют принципиально более высокую оперативно-тактическую эффективность для защиты.

Таблица 1

Сравнительная характеристика систем пожаротушения

Критерии сравнения	АУПТ	РУП
Скорость обнаружения и реагирования	Средняя	Высокая
Точность воздействия очагов	Низкая	Очень высокая
Эффективность в больших объемах	Низкая	Очень высокая
Расход огнетушащего вещества и вторичный ущерб	Очень минимальный	Минимальный
Адаптивность к изменению планировки/очага	Отсутствует	Высокая
Влияние на безопасную эвакуацию	Может затруднять	Менее препятствует
Возможность дистанционного управления	Отсутствует	Присутствует
Эксплуатационные расходы	Низкие	Средние
Надежность	Высокая	Высокая

Ход исследования

Рассмотрим в качестве примера РУП модель FR-MINI.

FR-MINI — мини-робот с программным (дистанционным) управлением, инфракрасными извещателями наведения, предназначенными для обнаружения координат возгорания и определения площади загорания для дальнейшего распыления огнетушащего вещества (воды, тонкораспыленной воды, раствора пенообразователя) с изменяемым

углом распыления. Говоря о технических показателях системы, следует отметить значительные возможности для защиты больших площадей [4]. Размещение данной установки представлено на рисунке 1.

Также возьмем для сравнения пример АУПТ — спринклерный ороситель «Аква-Гефест».

Спринклерный ороситель или спринклер — это автоматическая оросительная головка системы пожаротушения, установленная на сети водопроводных труб,

в которых постоянно находится вода или воздух под давлением. Спринклер создает капельную струю воды или воздушно-механическую пену из водного раствора пенообразователя [5].

Чаще всего спринклерные системы устанавливаются на крупных объектах:

складах, в торговых центрах площадью более 2 500 м², местах массового скопления людей (от 50 человек), общественных зданиях, на наземных и подземных парковках, в автосалонах и т. д.

На рисунке 2 представлена схема традиционной установки [6].

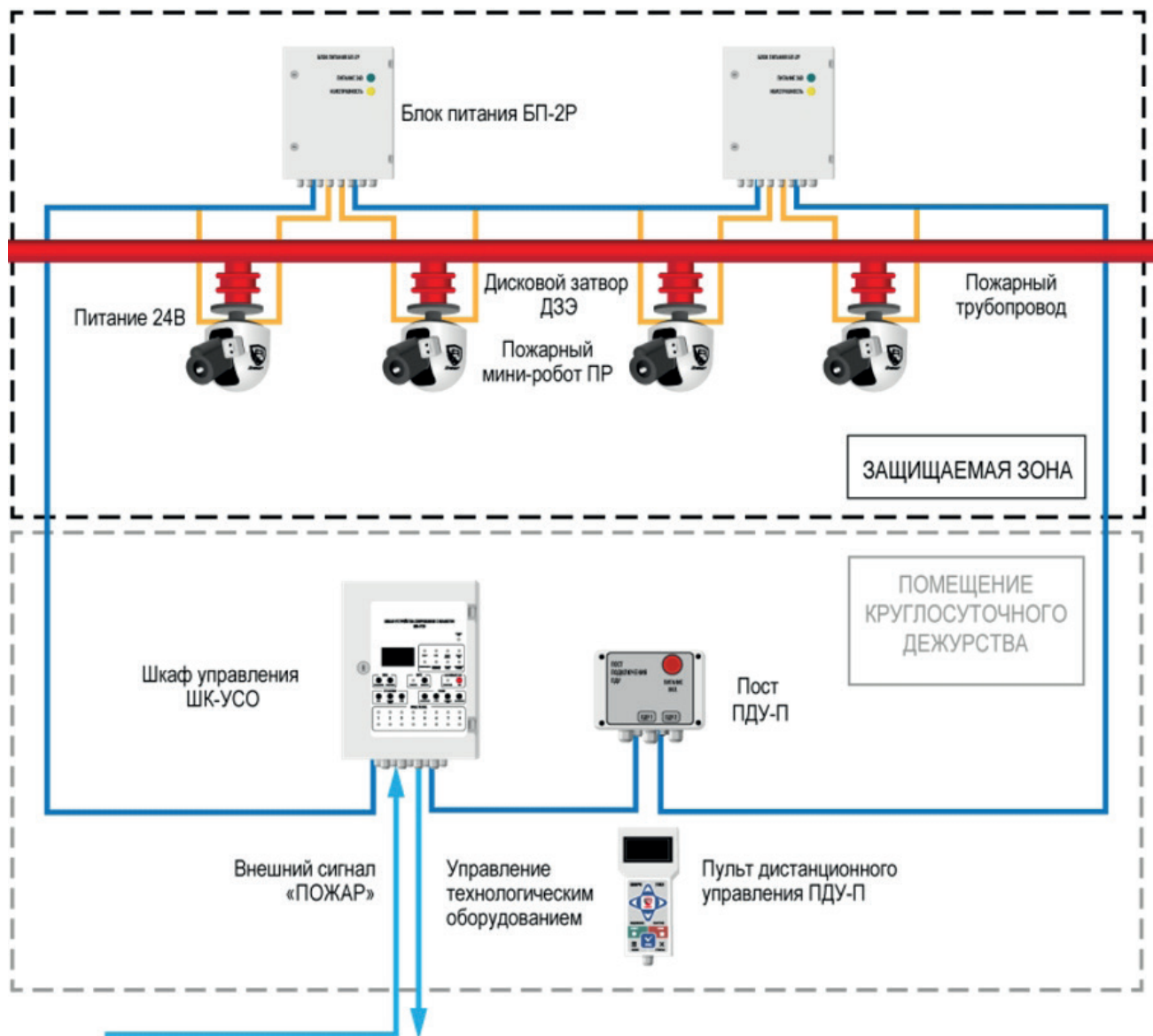


Рисунок 1. Схема размещения роботизированной установки FR-MINI [4]

После изучения приведенных выше установок мы задались вопросом: какая установка справится с пожаром быстрее, традиционная, которая используется в повседневной для нас жизни, или же инновационная роботизированная установка?

Сравним интересующие нас технические характеристики. Для этого рассмотрим представителя каждой системы. Вычислим время, затрачиваемое устройством для тушения очага пожара (табл. 2) [7, 8].

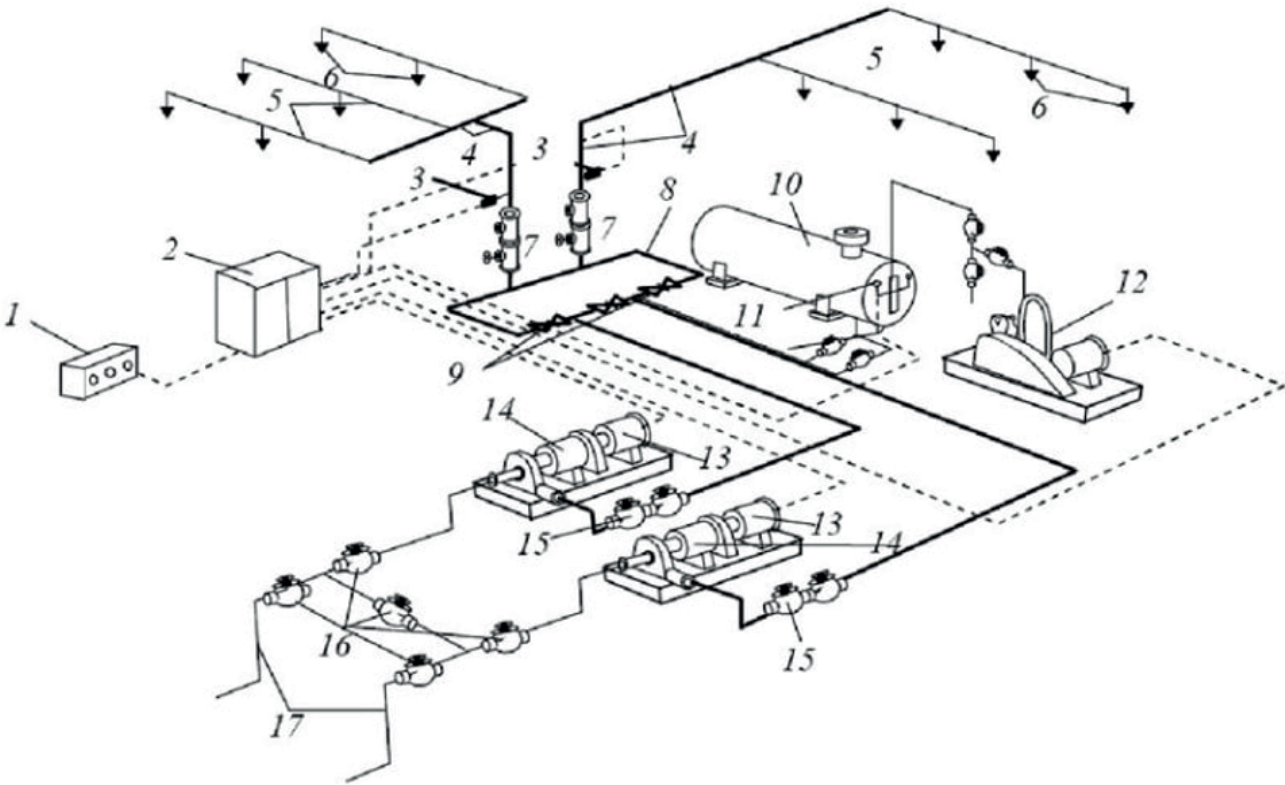


Рисунок 2. Схема автоматической системы водяного пожаротушения

Таблица 2
Время, затрачиваемое устройством для тушения очага пожара

Критерий	FR-MINI модель ПР-ЛСД-С10Уш-ТРВ-ИК	Спринклерные оросители «Аква-Гефест»
Коэффициент производительности, м³/ч	54	1,575
Интенсивность орошения, л/(с · м²)	0,5	0,15
Защищаемая площадь, м²	3 000	12

В таблицах 3 и 4 рассмотрим статистические данные о срабатывании традиционной и роботизированной установки при пожарах в зданиях производственного назначения [9–13].

Рассчитаем вероятность, когда установка среагировала на возникновение пожара и справилась с поставленной задачей (относительно включенных установок), за пять лет:

$$N_1 = \frac{N_{CB}}{N_{CB} + N_{CH} + N_{HC}}; \tag{1}$$

где:
 N_{CB} — количество установок, которые сработали и потушили пожар;

N_{CH} — количество установок, которые сработали и не потушили пожар;
 N_{HC} — количество установок, которые не сработали.

Найдем данную вероятность за пять лет.

$$N_{I(трад. сист.)} = \frac{87}{87 + 49 + 36} \approx 0,506; \quad N_{I(робот. сист.)} = \frac{75}{75 + 9 + 1} \approx 0,882.$$

Таблица 3
Статистические данные срабатывания традиционных установок

Год	2020	2021	2022	2023	2024	Итог
Всего пожаров	25	17	23	47	82	194
Установка сработала, пожар потушен, N_{CB}	20	15	19	14	19	87
Установка сработала, пожа не потушен, N_{CH}	0	0	2	16	31	49
Установка не сработала, N_{HC}	3	2	1	8	22	36
Установка не включена	2	0	0	0	3	5

Таблица 4
Статистические данные срабатывания роботизированной системы

Год	2020	2021	2022	2023	2024	Итог
Всего пожаров	3	19	15	11	37	85
Установка сработала, пожар потушен, N_{CB}	2	16	11	11	35	75
Установка сработала, пожа не потушен, N_{CH}	1	3	3	0	2	9
Установка не сработала, N_{HC}	0	0	1	0	0	1
Установка не включена	0	0	0	0	0	0

Вероятность того, что РУП среагировала на возникновение пожара и справилась с поставленной задачей (относительно включенных установок), за пять лет гораздо выше, чем у АУПТ.

На рисунке 3 представлены результаты по годам в процентах, когда установки среагировали на возникновение пожара и справились с поставленной задачей.

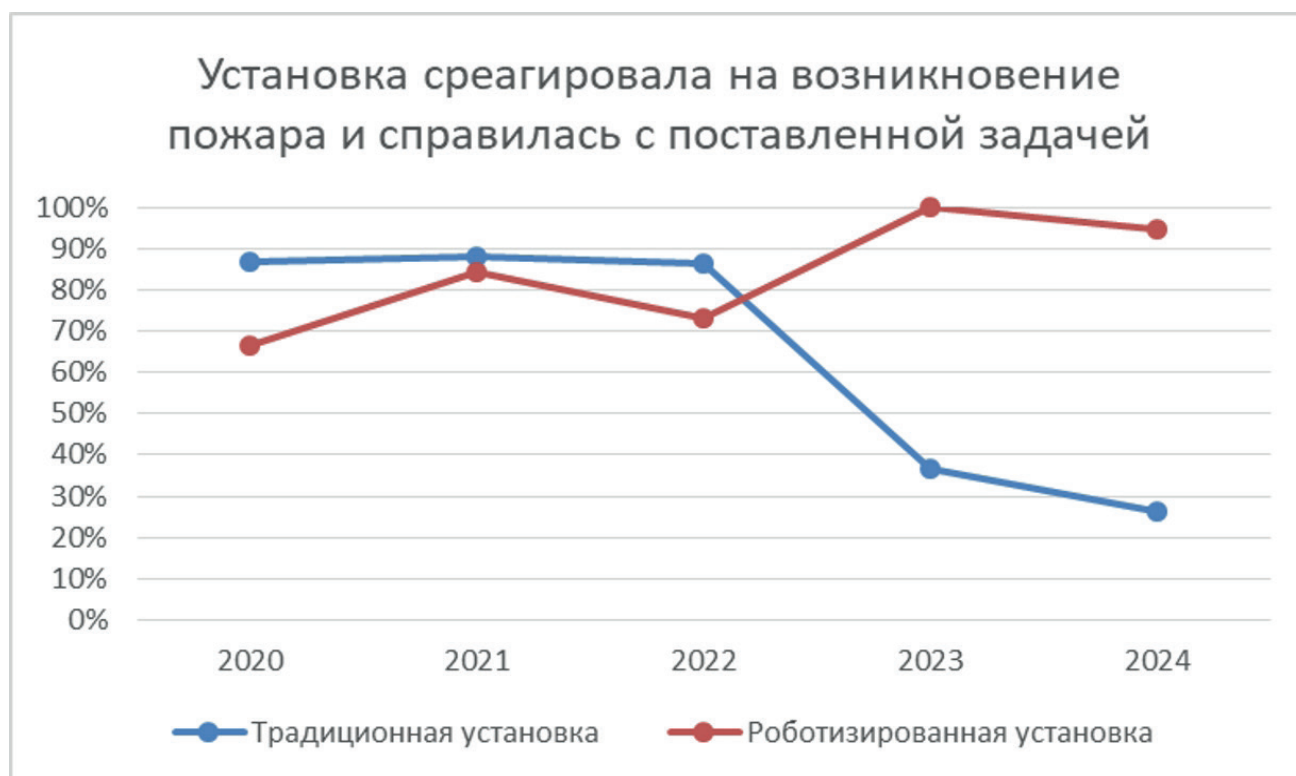


Рисунок 3. Вероятность реагирования (нерагирования) установок и выполнение (невыполнение) поставленной задачи, %

Рассчитаем вероятность, когда установки среагировали или не среагировали на возникновение пожара и не потушили

его (относительно включенных установок), за пять лет, используя следующую формулу:

$$N_2 = \frac{N_{CH} + N_{HC}}{N_{CB} + N_{CH} + N_{HC}} ; \quad (2)$$

$$N_{2(\text{трад. сист.})} = \frac{49 + 36}{87 + 49 + 36} \approx 0,494; \quad N_{2(\text{робот. сист.})} = \frac{9 + 1}{75 + 9 + 1} \approx 0,118.$$

Вероятность того, что РУП среагировала или не среагировала на возникновение пожара и не потушила его (относительно включенных установок), за пять лет гораздо ниже, чем у АУПТ. На рисунке 4 представлены результаты по годам в процентах, когда установки

среагировали или не среагировали на возникновение пожара и не потушили его.

Рассчитаем вероятность, когда установки среагировали и потушили пожар, или среагировали и не потушили пожар (относительно включенных установок), за пять лет, используя следующую формулу:

$$N_3 = \frac{N_{CB} + N_{CH}}{N_{CB} + N_{CH} + N_{HC}} ; \quad (3)$$

$$N_{3(\text{трад. сист.})} = \frac{87 + 49}{87 + 49 + 36} \approx 0,791; \quad N_{3(\text{робот. сист.})} = \frac{75 + 9}{75 + 9 + 1} \approx 0,988.$$

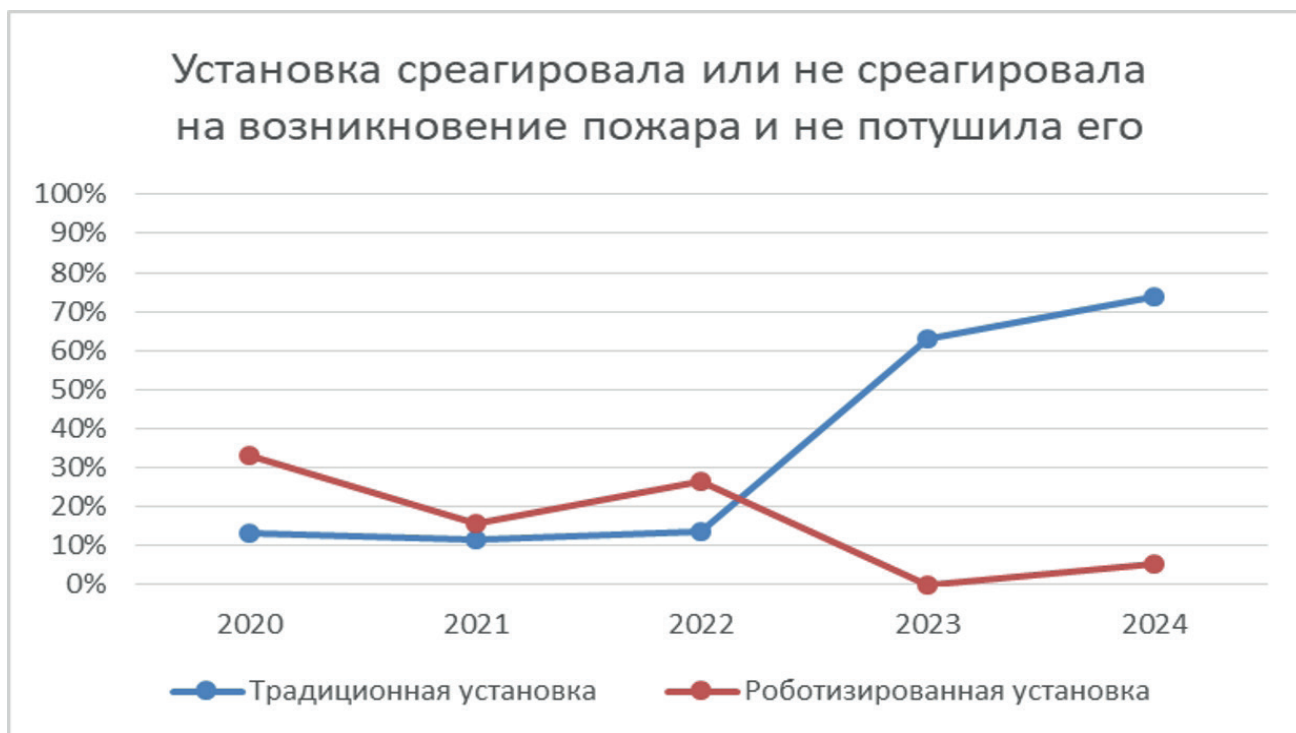


Рисунок 4. Вероятность реагирования (нерагирования) установок и выполнение (невыполнение) поставленной задачи, %

Вероятность того, что РУП среагировала и потушила пожар или среагировала и не потушила пожар (относительно включенных установок), за пять лет выше, чем у АУПТ.

На рисунке 5 представлены результаты по годам в процентах, когда установки среагировали и потушили пожар или среагировали и не потушили пожар.



Рисунок 5. Вероятность реагирования (нерагирования) установок и выполнение (невыполнение) поставленной задачи, %

Рассчитаем вероятность, когда установки среагировали и не потушили пожар (относительно включенных установок), за пять лет по формуле 4.

Вероятность того, что РУП среагировала и не потушила пожар (относительно

включенных установок), за пять лет гораздо ниже, чем у АУПТ.

На рисунке 6 представлены результаты по годам в процентах, когда установки среагировали и не потушили пожар.

$$N_4 = \frac{N_{CH}}{N_{CB} + N_{CH}}; \quad (4)$$

$$N_{4(\text{трад. сист.})} = \frac{49}{87 + 49} \approx 0,36; \quad N_{4(\text{робот. сист.})} = \frac{9}{75 + 9} \approx 0,107.$$

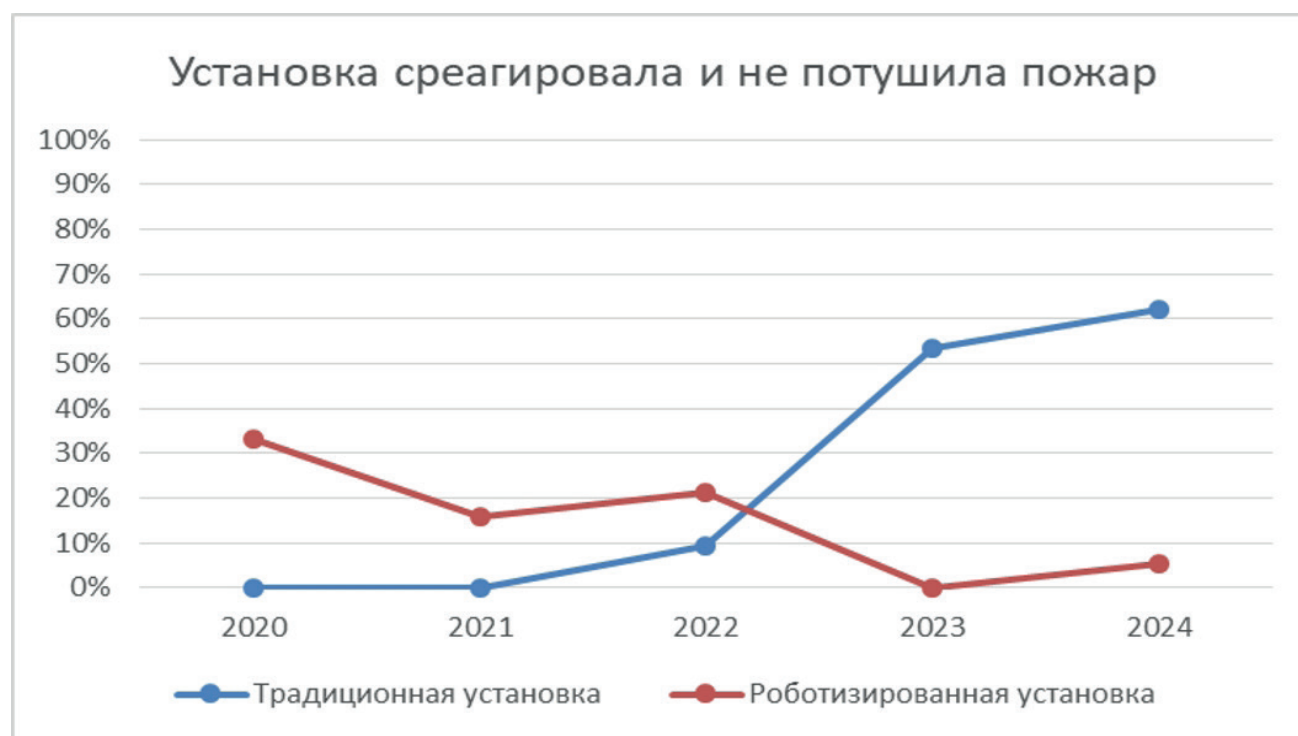


Рисунок 6. Вероятность реагирования (нерагирования) установок и выполнение (невыполнение) поставленной задачи, %

Заключение

Целью нашей работы было узнать, какой тип установок пожаротушения является наиболее эффективным при тушении пожаров. Вычислив вероятность реагирования установок на возникший пожар, провели их сравнение, отразив его в виде графиков.

Вероятность того, что РУП среагировала на возникновение пожара и потушила его (относительно включенных

установок), за пять лет составила 0,882, а у АУПТ — 0,506.

Вероятность того, что РУП среагировала и потушила пожар или среагировала и не потушила пожар (относительно включенных установок), за пять лет составила 0,988, а у АУПТ — 0,791.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о большей эффективности роботизированной системы пожаротушения по сравнению с традиционной.

Список источников

1. Роботизированные установки пожаротушения. Параметры эффективного тушения / Ю. И. Горбань [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2023. № 32 (4). С. 58–67.
2. Роботизированные установки пожаротушения // АФЕСПРО : [сайт]. URL: <https://afes.pro/blog/robotizirovannye-ustanovki-pozharotusheniya> (дата обращения: 18.11.2025).
3. Сравнение АСПТ // КАЛАНЧА : [сайт]. URL: <https://kalancha.ru/dokumentatsiya/sravnenie-aspt/> (дата обращения: 18.11.2025).
4. Схема РУП «FR-Mini» // Инженерный центр пожарной робототехники : [сайт]. URL: <https://firerobots.ru/library/56/skhema-rup-frmini?ysclid=mj82n877b9756442670> (дата обращения: 18.11.2025).
5. Ишлинский А. Ю. Новый политехнический словарь. Москва : Большая Российская энциклопедия, 2000. С. 504.
6. Системы водяного пожаротушения: классификация, применение, испытания // Fireman.club : сетевое издание. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vodyanyie-ustanovki-pozharotusheniya-klassifikatsiya-i-ispyitaniya/> (дата обращения: 18.11.2025).
7. Пожарный мини-робот ПР-ЛСД-С10(15,20)Уш-ИК «FR-mini» : руководство по эксплуатации // Центр СКО : [сайт]. URL: <https://clc.li/yqlsO> (дата обращения: 18.11.2025).
8. Ороситель спринклерный повышенной производительности «Аква-Гефест» CBSO — РН(В)о(д)1,28(1,91) — R $\frac{3}{4}$ (1)/P57(68, 79).B2 — «Аква-Гефест» : руководство по эксплуатации и паспорт КФСТ.423219.084 РЭ. Санкт-Петербург : ООО «Холдинг Гефест», 2019. 7 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2020 г. Статистика пожаров и их последствий / П. В. Полехин [и др.]. Москва : ВНИИПО МЧС России, 2021. 112 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2021 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2022 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2023 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.

References

1. Robotic fire extinguishing systems. Effective extinguishing parameters / Yu. I. Gorban et al. // Fire and explosion safety. 2023. № 32 (4). P. 58–67.
2. Robotic fire extinguishing systems // AFESPRO : [website]. URL: <https://afes.pro/blog/robotizirovannye-ustanovki-pozharotusheniya> (date of access: 18.11.2025).
3. Comparison of ASPT // KALANCHА : [website]. URL: <https://kalancha.ru/dokumentatsiya/sravnenie-aspt/> (date of access: 18.11.2025).
4. Scheme of the RUP «FR-Mini» // Engineering center of fire robotics : [website]. URL: <https://firerobots.ru/library/56/skhema-rup-frmini?ysclid=mj82n877b9756442670> (date of access: 18.11.2025).
5. Ishlinskiy A. Yu. // New Polytechnic Dictionary. Moscow : Great Russian Encyclopedia, 2000. P. 504.

6. Water Fire Extinguishing Systems: Classification, Application, Testing // Fireman.club : online publication. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vodyanyie-ustanovki-pozharotusheniya-klassifikatsiya-i-ispyitaniya/> (date of access: 18.11.2025).
7. Fire mini robot PR-LSD-S10(15,20)USH-IR «FR-mini» : operation manual // SKO Center : [website]. URL: <https://clc.li/yqlsO> (date of access: 18.11.2025).
8. High-performance sprinkler "Aqua-Gefest" CBSO — RN(V)o(d)1.28(1.91) — R $\frac{3}{4}$ (1)/P57(68, 79).B2 — "Aqua-Gefest" : operating manual and passport KFST.423219.084 RE. Saint Petersburg : Golding Gefest LLC. 2019. 7 p.
9. Fires and fire safety in 2020. Statistics of fires and their consequences / P. V. Polekhin, M. A. Chebukhanov et al. Moscow : VNIPO EMERCOM of Russia, 2021. 112 p.
10. Fires and fire safety in 2021. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha: VNIPO EMERCOM of Russia, 2022. 114 p.
11. Fires and Fire Safety in 2022. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha: VNIPO EMERCOM of Russia, 2023. 80 p.
12. Fires and Fire Safety in 2023. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha: VNIPO EMERCOM of Russia, 2024. 110 p.
13. Fires and Fire Safety in 2024. Statistics of Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIPO EMERCOM of Russia, 2025. 112 p.

Пожарная безопасность
Научная статья
УДК 614.84

Прогнозирование количества пожаров в России на основе математического моделирования

Лукманов Тимур Ильгизович

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС
России, Екатеринбург
timurlukmanov9@gmail.com

Раджабов Раджаб Русланович

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС
России, Екатеринбург
radzhab.radzhabov2020@mail.ru

Худякова Светлана Александровна

кандидат педагогических наук, доцент, начальник кафедры математики и информатики,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
KhudyakovaSA@uigps.ru

Шпаньков Андрей Владимирович

старший преподаватель кафедры математики и информатики, Уральский институт ГПС МЧС
России, Екатеринбург
shpankov_andrey@mail.ru

Аннотация. Пожарная обстановка в Российской Федерации как раньше, так и в настоящее время находится на особом контроле подразделений надзорной деятельности ГПС МЧС России, т. к. от нее зависит безопасность людей. Авторы статьи рассматривают математическое моделирование на основе линейной регрессии для выявления зависимости количества пожаров от времени. На основе ведомственной статистики МЧС России из сборника ВНИИПО МЧС России рассмотрены данные о пожарах в Российской Федерации с 2020 по 2024 г. и сделан прогноз на 2025 г.

Ключевые слова: пожар, временной ряд, линейная регрессия, математическое моделирование, прогнозирование

Predicting the number of fires in Russia using mathematical modeling

Timur I. Lukmanov

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
timurlukmanov9@gmail.com

Radjab R. Radjabov

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
radzhab.radzhabov2020@mail.ru

Svetlana A. Khudyakova

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
KhudyakovaSA@uigps.ru

Andrey V. Shpankov

senior Lecturer at the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
shpankov_andrey@mail.ru

Abstract. The fire situation in the Russian Federation, both in the past and currently, is under special control by the supervisory activities of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, as it affects people's safety. In this article, the authors use mathematical modeling based on linear regression to identify the relationship between the number of fires and time. Based on the departmental statistics of the Ministry of Emergency Situations of Russia from the Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute for Fire Protection and Emergency Situation" of the Ministry of Emergency Situations of Russia, the authors analyze the data on fires in the Russian Federation from 2020 to 2024 and make a forecast for 2025.

Keywords: fire, forecasting, time series, linear regression, mathematical modeling

Введение

Одной из основных угроз для человечества и окружающей среды являются пожары в связи с тем, что они загрязняют атмосферу, наносят огромный материальный ущерб и, что самое страшное, приводят к гибели всего живого. На основе имеющихся статистических данных за последние пять лет с помощью линейной регрессии было рассчитано прогнозируемое количество пожаров на следующий год.

Ход исследования

Для анализа были использованы данные о количестве пожаров в России за последние пять лет [1] из таблицы 1:

- 2020 г.: 439 394;
- 2021 г.: 390 856;

- 2022 г.: 352 602;
- 2023 г.: 360 963;
- 2024 г.: 347 506.

Согласно приведенным показателям в 2020–2024 гг. прослеживается устойчивая тенденция к снижению числа пожаров. Это может быть связано с различными факторами, такими как изменения в законодательстве, улучшение мер пожарной безопасности или колебания климатических условий (рис. 1).

Для прогнозирования количества пожаров был использован метод линейной регрессии, который позволяет выявить зависимость между временем и количеством пожаров. Он подходит для данной задачи, поскольку прост в реализации и интерпретации [2].

1. Подготовка данных: преобразовали годы в числовые значения, где 2020 = 1, 2021 = 2, 2022 = 3, 2023 = 4, 2024 = 5.

2. Построение модели: использовали метод наименьших квадратов для поиска коэффициентов линейной модели.
3. Прогнозирование: на основе полученной модели предсказали количество пожаров на 2025 г. ($X = 6$).



Рисунок. Сведения о пожарах в Российской Федерации за 2020–2024 гг.

Таблица 1

Сведения о пожарах и их последствиях в Российской Федерации за 2020–2024 гг.

Год	X (номер года)	Y (количество пожаров)
2020	1	439 394
2021	2	390 856
2022	3	352 602
2023	4	360 963
2024	5	347 506

Сначала были вычислены средние значения $\bar{X}$ и $\bar{Y}$:

$$\bar{X} = \frac{1+2+3+4+5}{5} = 3, \quad \bar{Y} = \frac{439394 + 390856 + 352602 + 360963 + 347506}{5} = 290385,4.$$

Далее нашли коэффициенты линейной регрессии a (наклон) и b (свободный член):

$$\begin{cases} b \cdot n + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i; \\ b \cdot \sum_{i=1}^n x_i + a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i. \end{cases}$$

В нашем случае i менялся от 1 до 5:

$$\begin{cases} b \cdot n + a \cdot \sum_{i=1}^5 x_i = \sum_{i=1}^5 y_i; \\ b \cdot \sum_{i=1}^5 x_i + a \cdot \sum_{i=1}^5 x_i^2 = \sum_{i=1}^5 x_i \cdot y_i. \end{cases}$$

После этого была составлена расчетная таблица (табл. 2).

Таблица 2

Сведения для расчетов

n	x_i	y_i	x_i^2	$x_i \cdot y_i$
1	1	439 394	1	439 394
2	2	390 856	4	781 712
3	3	352 602	9	1 057 806
4	4	360 963	16	1 443 852
5	5	347 506	25	1 737 530
Сумма	15	1 891 321	55	5 460 294

$$\begin{cases} b \cdot 5 + a \cdot 15 = 1891321; \\ b \cdot 15 + a \cdot 55 = 5460294. \end{cases} \quad \begin{cases} 5b + 15a = 1891321; \\ 15b + 55a = 5460294. \end{cases}$$

Для решения системы использовали метод Крамера [3].

Основной определитель:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 5 & 15 \\ 15 & 55 \end{vmatrix} = 275 - 225 = 50.$$

Вспомогательный определитель 1:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 1891321 & 15 \\ 5460294 & 55 \end{vmatrix} = 104022655 - 81904410 = 22118245.$$

Вспомогательный определитель 2:

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 & 1891321 \\ 15 & 5460294 \end{vmatrix} = 27301470 - 28369815 = -1068345.$$

$$b = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{22118245}{50} = 442364,9; \quad a = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-1068345}{50} = -21366,9.$$

Уравнение $y = ax + b$ относительно экспериментальных точек имел следующий вид: $y = -21366,9x + 442364,9$.

Прогнозирование на 2025 г.: для X , равного 6, y (2025) = $-21366,9 \cdot 6 + 442364,9 = 314163,5$.

Таким образом, прогнозируемое количество пожаров в России на 2025 г. составило примерно 314 163,5.

Заключение

Полученные данные на следующий год позволяют говорить о сохранении тенденции снижения пожаров по сравнению с предыдущими годами, что может

быть связано с улучшением мер пожарной безопасности и повышением осведомленности населения о рисках возникновения пожаров. Будет интересно по истечении года сравнить полученное значение с реальным количеством пожаров в Российской Федерации за 2025 г. Это позволит оценить применимость предложенной методики прогнозирования.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.
2. Метод наименьших квадратов / сост. Л. В. Коломиец, Н. Ю. Поникарова. Самара : Изд-во Самар. ун-та, 2017. 30 с.
3. Лунгу К. Н., Макаров Е. В. Высшая математика. Руководство к решению задач : учеб. пособие. 3-е изд., перераб. Москва : Физматлит, 2013. Т. 1. 216 с.

References

1. Fires and Fire Safety in 2024. Statistics of Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIIPPO EMERCOM of Russia, 2025. 112 p.
2. The Least Squares Method / comp. L. V. Kolomiets, N. Yu. Ponikarova. Samara : Samara Publishing House. 2017. 30 p.
3. Lungu K. N., Makarov E. V. Higher Mathematics. A Guide to Solving Problems : Textbook. Manual. 3rd ed., revised. Moscow : Fizmatlit, 2013. Vol. 1. 216 p.

Пожарная безопасность
Научная статья
УДК 614.84

Методология прогнозирования материального ущерба, основанная на методах Брауна и Хольта

Шабельник Дарья Сергеевна

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
d.shabelnik@bk.ru

Худякова Светлана Александровна

кандидат педагогических наук, доцент, начальник кафедры математики и информатики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
KhudyakovaSA@uigps.ru

Шпаньков Андрей Владимирович

старший преподаватель кафедры математики и информатики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
shpankov_andrey@mail.ru

Аннотация. Прогнозирование материального ущерба от пожаров представляет стратегически значимую задачу для системы МЧС. В условиях возрастающей урбанизации риск возникновения пожаров приобретает более сложный характер, что требует применения современных методов прогнозирования с целью обеспечения безопасности региональной системы Свердловской области. Колебания темпов прироста на протяжении всего исследуемого периода свидетельствуют о неустойчивой динамике скорости увеличения финансовых потерь вследствие возгораний как в городах, так и в сельской местности за 2020–2024 гг. В исследовании предлагаются подходы прогнозирования временных рядов — методы Хольта и Брауна — адаптивные модели, основанные на экспоненциальном сглаживании. Для сравнения приводятся принципы как для рассмотрения данных при отсутствии тренда, так и при двойном экспоненциальном сглаживании, добавляющем компонент тренда к базовому уровню. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для коротких прогнозов с высокой вариативностью данных метод Брауна дает более надежные результаты, т. к. он прост и достаточно адаптивен. Метод Хольта эффективен для среднесрочных прогнозов с трендом.

Ключевые слова: пожар, численность пожаров, прогнозирование, материальный ущерб, метод Брауна, метод Хольта

Methodology for forecasting material damage based on Brown and Holt methods

Daria S. Shabelnik

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
d.shabelnik@bk.ru

Svetlana A. Khudyakova

candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
KhudyakovaSA@uigps.ru

Andrey V. Shpankov

senior Lecturer at the Department of Mathematics and Informatics, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
shpankov_andrey@mail.ru

Abstract. Forecasting of material damage from fires is a strategically important task for the emergency response system. With increasing urbanization, the risk of fire becomes more complex, which requires modern forecasting methods to ensure the security of the regional system of the Sverdlovsk region. The fluctuations in the rate of growth throughout the period under study indicate a volatile trend in the rate of increase of financial losses due to fires in both urban and rural areas during 2020–2024. The study proposes time series prediction approaches — Holt and Brown methods — adaptive models based on exponential smoothing. For comparison, the principles are given both for considering data in the absence of a trend, and with double exponential smoothing, adding a trend component to the base level. The results obtained indicate that for short forecasts with high variability of data, the Brown method gives more reliable results, as it is simple and sufficiently adaptive. The Holt method is effective for medium-term forecasts with a trend.

Keywords: number of fires, forecasting, material damage, Brown method, Holt method

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена комплексным воздействием урбанизационных процессов, климатической трансформации и технологического прогресса на глобальную и локальную архитектуру пожарной безопасности. Эти факторы способствуют увеличению плотности городской застройки, интенсификации пожароопасных ситуаций и требуют тщательного анализа характеристик пожарной опасности современных строительных

материалов. Разработка эффективных методов прогнозирования пожаров представляет собой критическую задачу, позволяющую государственным органам стратегического планирования рационально распределять ресурсы, разрабатывать комплексные превентивные меры, оптимизировать дислокацию пожарных подразделений и минимизировать риски для жизни и здоровья населения. В условиях возрастающей урбанистической нагрузки и изменения климатических паттернов, исследование и внедрение передовых методов

прогнозирования пожаров становятся неотъемлемой составляющей обеспечения пожарной безопасности и устойчивого развития экономики.

Ход исследования

Перед расчетом краткосрочного прогноза был проведен анализ статистических показателей о прямом материальном ущербе в связи с пожарами в городах и селах Свердловской области за 2020–2024 гг. [3–7].

Абсолютные величины динамики материального ущерба, причиненного пожарами в городах Свердловской области за период с 2020 по 2024 г., отражены в таблице 1.

Анализируя расчетные данные, представленные в таблице 1, были сформулированы следующие заключения относительно динамики изучаемого явления [2]:

1) суммарный прямой материальный ущерб от пожаров в городах Свердловской области демонстрирует неравномерную динамику на протяжении всего периода наблюдений;

2) среднее абсолютное изменение в количестве 1% прироста суммы материальных потерь от пожаров в городах Свердловской области достигает 9,7 млн руб.;

3) итоги исследования показали следующие результаты: сумма финансовых потерь вследствие возгорания уменьшилась на 25,2 %, темп роста материального ущерба составил 74,8 %.

Таблица 1

**Динамика материального ущерба, причиненного пожарами
в городах Свердловской области, за 2020–2024 гг.**

Год		2020	2021	2022	2023	2024	Среднее
Прямой материальный ущерб, тыс. руб.		561 699	123 508	1 452 549	1 745 904	420 235	860 779
Абсолютный прирост	Цепной	–	–438 191	1 329 041	293 355	–1 325 669	–35 366
	Базисный	–	–438 191	890 850	1 184 205	–141 464	373 850
Темп роста, %	Цепной	–	22	1 176,1	120,2	24,1	336
	Базисный	–	22	258,6	310,8	74,8	167
Темп прироста, %	Цепной	–	–78	1 076,1	20,2	–75,9	236
	Базисный	–	–78	158,6	210,8	–25,2	67
Абсолютное значение 1 % прироста, тыс. руб.		–	5 617	1 235	14 525	17 459	9 709

Динамика материального ущерба, причиненного пожарами в городах Свердловской области, а также линия регрессии представлены на рисунке 1 [3–7].

Коэффициент детерминации, равный 0,0915, близится к 0, что свидетельствует об отсутствии связи между переменными регрессионной модели [2].

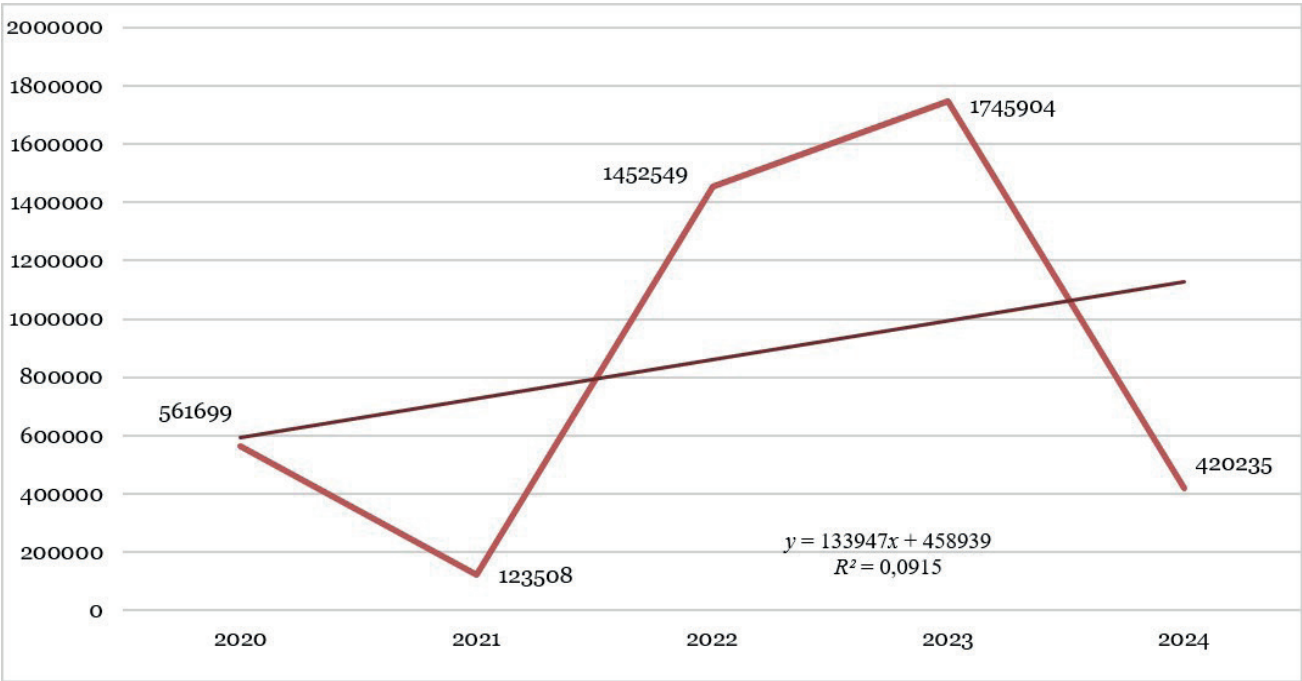


Рисунок 1. Динамика материального ущерба, причиненного пожарами в городах Свердловской области, за 2020–2024 гг., тыс. руб.

В таблице 2 приведены абсолютные значения динамики ущерба, нанесенного пожарами в сельской местности Свердловской области за 2020–2024 гг. [2–7].

На основании расчетных данных из таблицы 2 были сделаны выводы относительно динамики материального ущерба [2].

Таблица 2
Динамика материального ущерба, причиненного пожарами в сельской местности Свердловской области, за 2020–2024 гг.

Год		2020	2021	2022	2023	2024	Среднее
Прямой материальный ущерб, тыс. руб.		46 827	19 222	18 819	75 813	12 075	34 551
Абсолютный прирост	Цепной	–	–27 605	–403	56 994	–63 738	–8 688
	Базисный	–	–27 605	–28 008	28 986	–34 752	–15 345
Темп роста, %	Цепной	–	41	97,9	402,9	15,9	139
	Базисный	–	41	40,2	161,9	25,8	67
Темп прироста, %	Цепной	–	–59	–2,1	302,9	–84,1	39
	Базисный	–	–59	–59,8	61,9	–74,2	–33
Абсолютное значение 1 % прироста, тыс. руб.		–	468	192	188	758	402

1. Сумма прямого материального ущерба от пожаров в сельской местности Свердловской области имеет неустойчивую тенденцию на протяжении всего исследуемого периода, однако преобладает динамика снижения.

2. Среднегодовое сокращение материального ущерба от возгораний составило 15,3 млн руб.

3. Абсолютное значение прироста суммы ущерба 1 % составило 0,4 млн руб.

4. Общее снижение ущерба за период — 33 %, что соответствует темпу роста 67 %.

Динамика материального ущерба, причиненного пожарами в сельской местности Свердловской области, а также линия регрессии визуализированы на рисунке 2.

Коэффициент детерминации, равный 0,0059, близится к 0, что свидетельствует об отсутствии связи между переменными регрессионной модели.

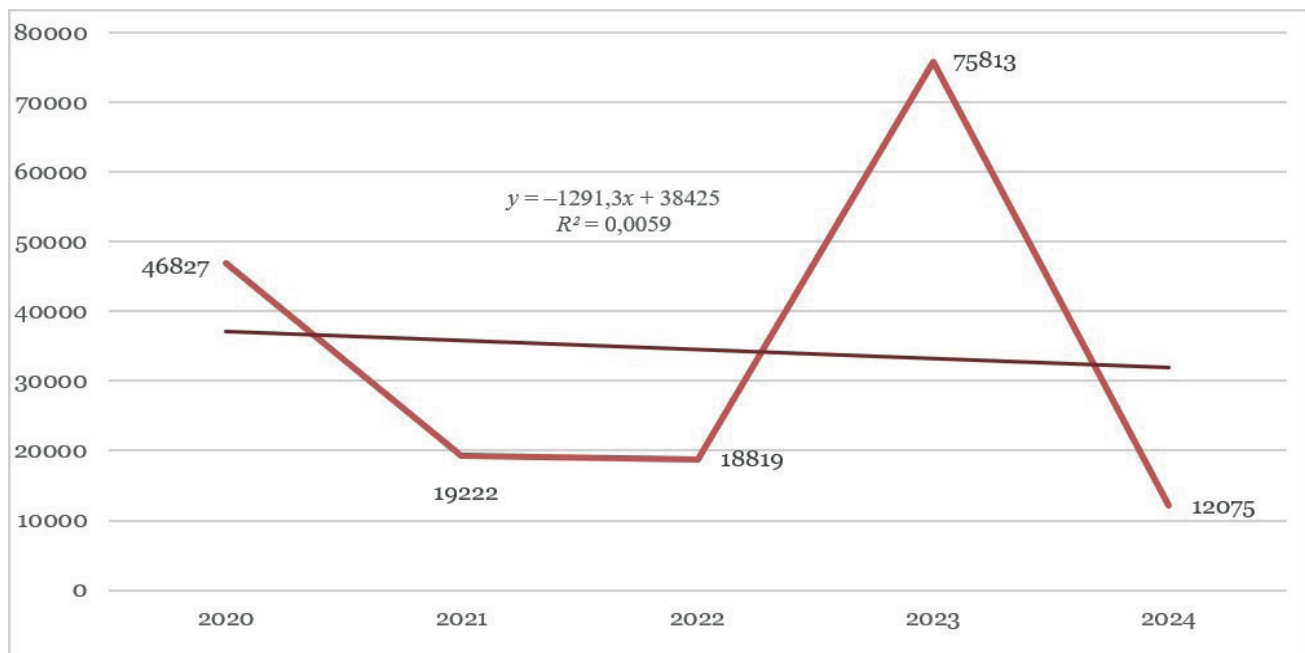


Рисунок 2. Изменение объема материального ущерба, вызванного пожарами в сельской местности Свердловской области, за 2020–2024 гг., тыс. руб.

На рисунке 3 графически продемонстрирована динамика темпов увеличения суммы материального ущерба от пожаров за 2020–2024 гг. в городах и сельской местности Свердловской области.

Также на этом рисунке визуализированы колебания темпа прироста, свидетельствующие о нестабильной динамике финансового ущерба как в городах, так и в сельской местности. Среднегодовой темп прироста материального ущерба от пожаров в городах Свердловской области за исследуемый период составил 67 %, в сельской местности

отмечено его снижение на 33 %. Наиболее резкие изменения суммы ущерба зафиксированы в 2022 г.: в городах отмечен скачок темпа прироста на 1 076,1 %, в то время как в сельской местности зафиксировано снижение на 2,1 %.

Максимальное существенное снижение тенденции суммы ущерба от пожаров как в городах, так и в сельской местности Свердловской области характерно для 2021 и 2024 г. В 2023 г. темп прироста суммы ущерба вырос в сельской местности втрое, в городах прирост составил лишь 20,2 %.

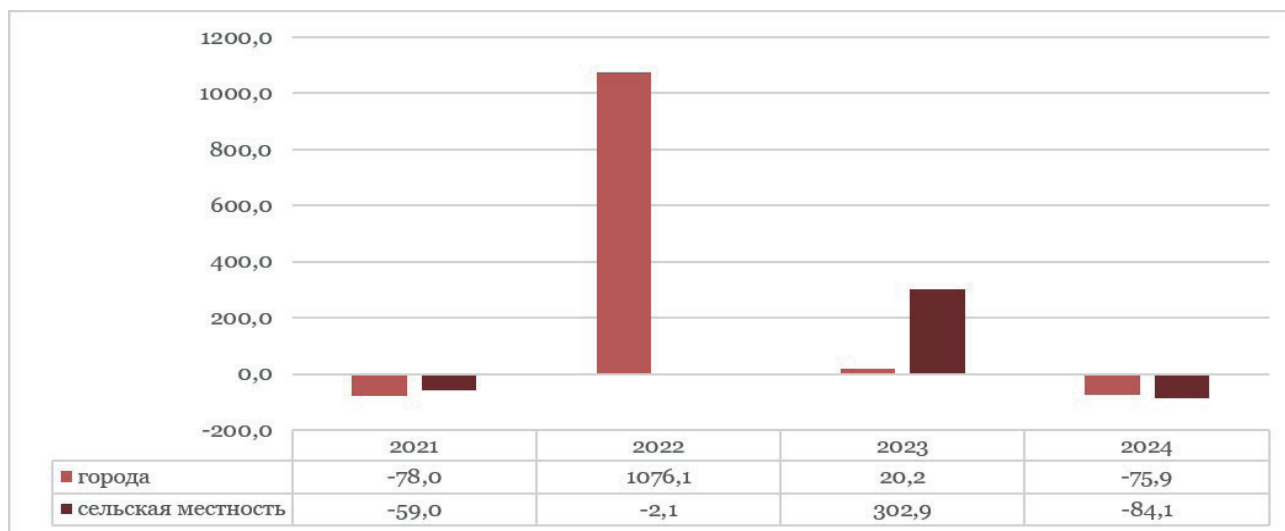


Рисунок 3. Временная динамика материального ущерба вследствие пожаров в городах и сельской местности Свердловской области за 2020–2024 гг., тыс. руб.

Основная задача при анализе динамики процессов — разработка прогнозов на среднесрочный и долгосрочный периоды [8]. Среди наиболее распространенных инструментов прогнозирования выделяют методы эконометрики и анализа временных рядов.

Особое место занимают адаптивные модели, в т. ч. самонастраивающиеся рекуррентные. Они способны отражать динамические свойства исследуемого временного ряда. При этом весовые коэффициенты в моделях дифференцированно учитывают информационную значимость предшествующих уровней ряда.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о практически полном отсутствии связи между переменными регрессионной модели, что говорит об отсутствии тренда. В подобных условиях для краткосрочного прогнозирования целесообразно применение адаптивных моделей [1].

Для временных рядов без явного тренда применяется однопараметрический метод Брауна. Ниже приведен расчет прогнозных значений на 2025–2026 гг. методом простого экспоненциального сглаживания, или однопараметрическим методом Брауна [1].

При построении линейной модели Брауна можно выделить следующие этапы:

1. Сглаживание:

$$S_t = a + X_t + (1 - a) \cdot S_{t-1}, \quad (1)$$

где:

S_t — сглаженное значение для времени t ;

X_t — реальное значение временного ряда в момент времени t ;

a — коэффициент сглаживания.

Р. Браун предлагает следующую формулу для расчета параметра сглаживания:

$$a = \frac{2}{m + 1}, \quad (2)$$

где:

m — число наблюдений.

2. Прогноз:

$$F_{t+1} = S_t, \quad (3)$$

Нами был рассчитан коэффициент сглаживания, принимая во внимание тот факт, что имеются исходные данные за пять периодов, т. е. $m = 5$:

$$a = \frac{2}{m+1} = \frac{2}{5+1} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \approx 0,33.$$

Прогнозные значения суммы материального ущерба от пожаров в городах Свердловской области представлены в таблице 3.

Таким образом, в результате расчета были получены следующие показатели: 2025 г. — 865 321 тыс. руб., 2026 г. — 1 445 086 тыс. руб.

Таблица 3

**Расчет прогнозных значений суммы ущерба от пожаров
в городах Свердловской области по методу Брауна**

Период	Значение X_t , тыс. руб.	Сглаженное значение S_t , тыс. руб.	Прогноз F_{t+1} , тыс. руб.
2020	561 699	561 699	—
2021	123 508	417 096	—
2022	1 452 549	758 796	—
2023	1 745 904	1 084 542	—
2024	420 235	865 321	—
2025	865 321	1 445 086	865 321
2026	—	—	1 445 086

Данные прогнозных значений суммы ущерба от пожаров в сельской местности Свердловской области представлены в таблице 4.

Таким образом, в результате расчета были получены следующие показатели: 2025 г. — 34 879 тыс. руб., 2026 год — 58 248 тыс. руб.

Таблица 4

**Расчет прогнозных значений суммы ущерба от пожаров
в сельской местности Свердловской области по методу Брауна**

Период	Значение X_t , тыс. руб.	Сглаженное значение S_t , тыс. руб.	Прогноз F_{t+1} , тыс. руб.
2020	46 827	46 827	—
2021	19 222	37 717	—
2022	18 819	31 481	—
2023	75 813	46 111	—
2024	12 075	34 879	—
2025	34 879	58 248	34 879
2026	—	—	58 248

Полученные данные с прогнозом на 2025–2026 гг. по методу Брауна графически представлены на рисунке 4.

Модель прогноза Хольта представляет собой двухпараметрическую прогностическую модель, которая учитывает сглаженный экспоненциальный ряд и трендовый компонент. Данный метод

применяется для прогнозирования временных рядов при наличии устойчивой тенденции к возрастанию или убыванию значений ряда, а также для рядов, имеющих данные не за полный цикл. Порядок расчета по методике [1]:

Первый этап — рассчитать экспоненциально сглаженный ряд.

$$L_t = k \cdot Y_t + (1 - k) \cdot (L_{t-1} - T_{t-1}), \quad (4)$$

где:

L_t — сглаженная величина на текущий период;

k — коэффициент сглаживания ряда;

Y_t — текущее значение ряда;

L_{t-1} — сглаженная величина за предыдущий период;

T_{t-1} — значение тренда за предыдущий период.

Коэффициент сглаживания ряда k задается вручную и вычисляется в диапазоне от 0 до 1. Для первого периода первоначальное значение данных

экспоненциально сглаженного ряда равно первому значению ряда, т. е. $L_1 = T_1$.

Второй этап — определить значение тренда по формуле:

$$T_t = b \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - b) \cdot T_{t-1}, \quad (5)$$

где:

T_t — значение тренда на текущий период;

b — коэффициент сглаживания тренда;

L_t — экспоненциально сглаженная величина за текущий период;

L_{t-1} — экспоненциально сглаженная величина за предыдущий период;

T_{t-1} — значение тренда за предыдущий период.

Коэффициент сглаживания тренда b задается вручную и находится в диапазоне от 0 до 1. Значение тренда для первого периода равно 0.

Третий этап — сделать прогноз по методу Хольта. Прогноз на p периодов вперед рассчитывается по следующей формуле:

$$Y_{t+p} = L_t + p \cdot T_t, \quad (6)$$

где:

$\wedge$

Y_{t+p} — прогноз по методу Хольта на p период;

L_t — экспоненциально сглаженная величина за последний период;

p — порядковый номер периода, на который делается прогноз;

T_t — тренд за последний период.

Для определения коэффициентов сглаживания ряда (k) и тренда (b), обеспечивающих максимальную точность

прогноза, требуется выполнить перебор всех значений k и b в диапазоне от 0 до 1 с шагом 0,1 с целью выявления

сочетания, при котором точность прогноза будет максимально приближена к 100 %. Мы провели и составили прогноз суммы материального ущерба от пожаров в городах Свердловской области за период с 2025 по 2026 г.

с использованием этого метода. Результаты расчетов по методу Хольта представлены в таблице 5.

Значение $k = 0,01$, а $b = 0,01$. Точность прогноза при оптимальных значениях коэффициентов составила 239 %.

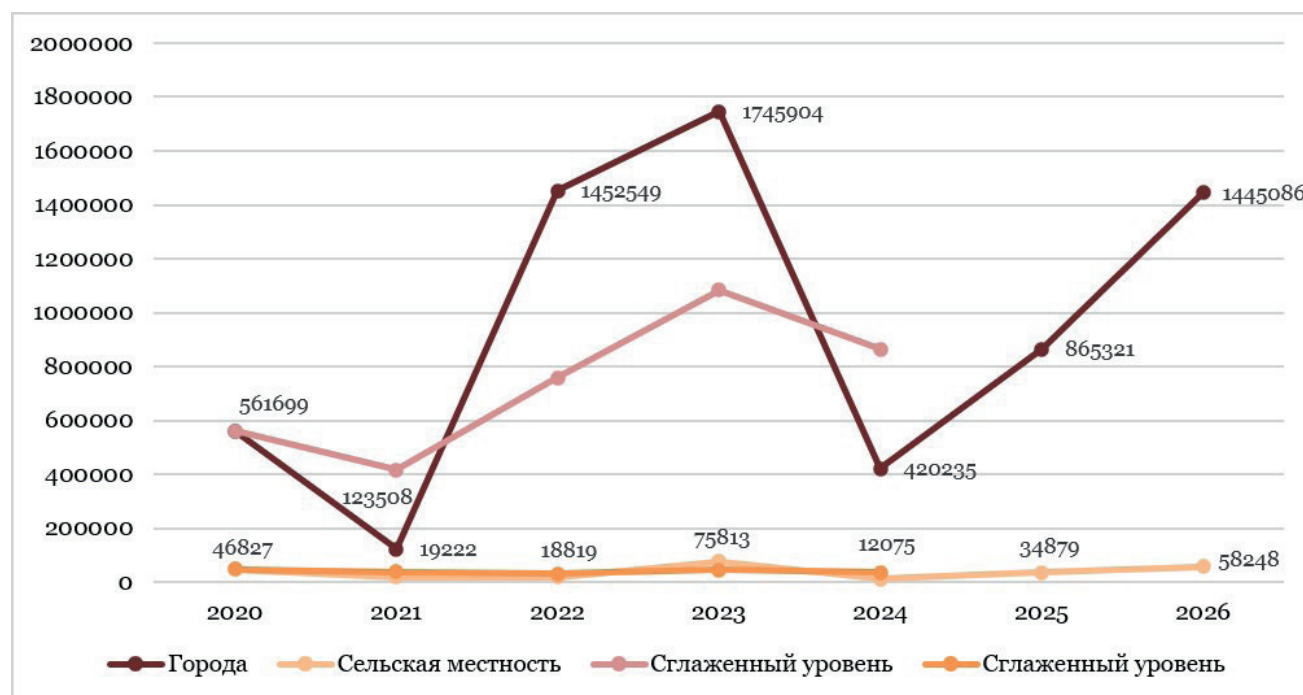


Рисунок 4. Динамика и прогноз материального ущерба, причиненного пожарами в городах и сельской местности Свердловской области, по методу Брауна, 2020–2026 гг., тыс. руб.

Таблица 5

Определение прогнозных показателей суммы ущерба от пожаров в городах Свердловской области по методу Хольта

Период	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Сумма ущерба, тыс. руб.	561 699	123 508	1 452 549	1 745 904	420 235	–	–
Экспоненциально сглаженный ряд L_t , тыс. руб.	561 699	557 317	566 313	578 063	575 322	–	–
Значение тренда T_t , тыс. руб.	0	–43,8	46,6	163,6	144,6	–	–
p – номер периода для прогноза	–	–	–	–	–	1	2
Прогноз по методу Хольта, тыс. руб.	–	–	–	–	–	576 467	576 612

В результате прогноза значения суммы ущерба от пожаров в городах Свердловской области по методу Хольта составили на 2025 г. 576 467 тыс. руб., а на 2026 г. — 576 612 тыс. руб.

Был проведен анализ и составлен прогноз величины ущерба вследствие пожаров в сельской местности на 2025–2026 гг. с использованием данного метода. Расчеты приведены в таблице 6.

При оптимальных значениях сглаживания ($k = 0,2$, $b = 0,01$) точность прогнозной модели составила 239%.

На основании расчетов были спрогнозированы значения суммы ущерба в сельской местности: 2025 г. — 38 126 тыс. руб., 2026 г. — 38 041 тыс. руб.

Полученные данные на 2025–2026 гг. по методу Хольта графически представлены на рисунках 5 и 6.

Таблица 6

Определение прогнозных показателей суммы ущерба от пожаров в сельской местности Свердловской области по методу Хольта

Период	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Сумма ущерба, тыс. руб.	46 827	19 222	18 819	75 813	12 075	—	—
Экспоненциально сглаженный ряд L_t , тыс. руб.	46 827	41 306	36 853	44 724	38 210	—	—
Значение тренда T_t , тыс. руб.	0	–55,2	–99,2	–19,5	–84,4	—	—
p — номер периода для прогноза	—	—	—	—	—	1	2
Прогноз по методу Хольта, тыс. руб.	—	—	—	—	—	38 126	38 041

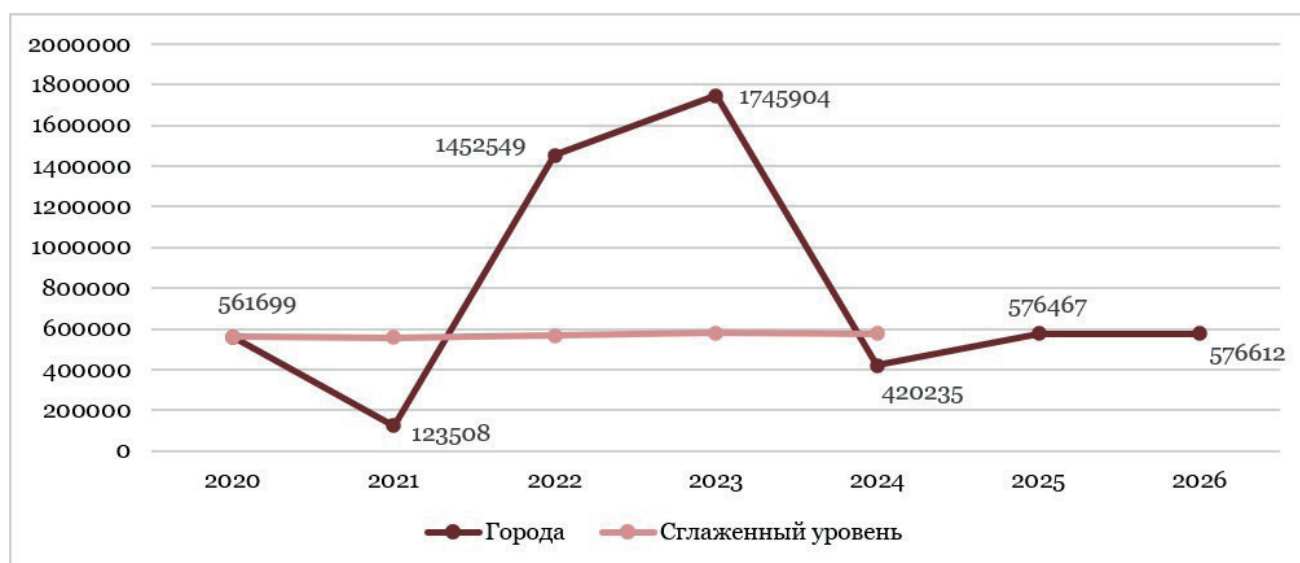


Рисунок 5. Динамика и прогноз материального ущерба, причиненного пожарами в городах Свердловской области, по методу Хольта, 2020–2026 гг., тыс. руб.

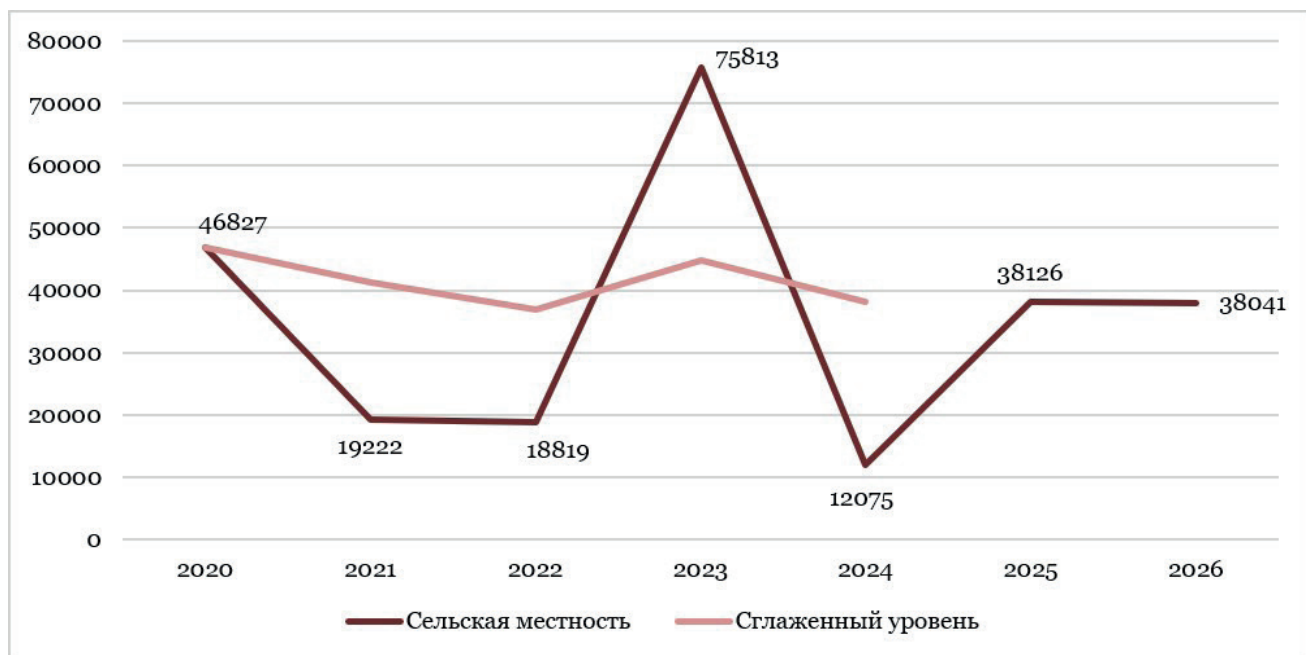


Рисунок 6. Динамика и прогноз материального ущерба, причиненного пожарами в сельской местности Свердловской области, по методу Хольта, 2020–2026 гг., тыс. руб.

Анализ рисунков 5 и 6 демонстрирует сглаженный уровень ряда, который объективно не отражает динамику процессов, что обуславливает низкую точность прогнозов в расчетах по методу Хольта.

Заключение

На основании проведенного сравнения можно заключить, что для данных с нестабильной динамикой и отсутствием тренда (без выраженного роста или спада) оптимальным методом прогнозирования выступает метод Брауна. Его преимущества обусловлены несколькими факторами. Метод Брауна — форма экспоненциального сглаживания, которая фокусируется на текущем уровне ряда (среднем значении). Она эффективно подавляет шумовые колебания за счет повышенного веса недавних наблюдений. Подходит для стационарных рядов без тренда и сезонности. В свою очередь, метод Хольта представляет собой двойное экспоненциальное сгла-

живание, которое добавляет компонент тренда к базовому уровню. Оно идеально для рядов с линейным трендом, но без сезонности. Оба метода используют экспоненциальное сглаживание для снижения влияния случайных колебаний, но метод Брауна делает это эффективнее для волатильных данных без тренда. Он быстро адаптируется к изменениям уровня, минимизируя шум, в то время как метод Хольта может переоценивать тренд, если его нет, что приведет к искажениям в прогнозе. Метод Хольта специально разработан для учета тренда, и при его отсутствии данный компонент становится ненужным и может внести ошибку. Метод Брауна игнорирует тренд, что делает его точнее для стационарных данных.

Таким образом, для коротких прогнозов (1–5 периодов) с высокой изменчивостью данных метод Брауна дает более надежные результаты благодаря простоте и устойчивости к шуму. Метод Хольта эффективен для среднесрочных прогнозов с трендом.

Список источников

1. Атчаде М. Н. Адаптивные методы прогнозирования: реализация в Excel и программе R : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. гос. экон. ун-та, 2018. 101 с.
2. Кириллов А. В. Статистика. Часть 1. Общая теория статистики : учеб. пособие / А. В. Кириллов. Самара : СГАУ, 2012. 112 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2020 г. Статистика пожаров и их последствий / П. В. Полехин [и др.]. Москва : ВНИИПО МЧС России, 2021. 112 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2022 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2023 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий / В. С. Гончаренко [и др.]. Балашиха : ВНИИПО МЧС России, 2025. 112 с.
8. Методические рекомендации МЧС РОССИИ по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / В. А. Акимов [и др.] ; под общ. ред. К. Д. Москина. Москва : [б. и.], 2024. 168 с.

References

1. Atchade M. N. Adaptive forecasting methods: implementation in Excel and the R program : textbook. the manual. Saint Petersburg : Publishing House of St. Petersburg State Economics. University, 2018. 101 p.
2. Kirillov A. V. Statistics. Part 1. General theory of statistics : textbook. manual. Samara : SGAU, 2012. 112 p.
3. Fires and fire safety in 2020. Statistics of fires and their consequences / P. V. Polekhin et al. Moscow : VNIIPo EMERCOM of Russia, 2021. 112 p.
4. Fires and fire safety in 2021. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIIPo EMERCOM of Russia, 2022. 114 p.
5. Fires and Fire Safety in 2022. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIIPo EMERCOM of Russia, 2023. 80 p.
6. Fires and Fire Safety in 2023. Statistics on Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIIPo EMERCOM of Russia, 2024. 110 p.
7. Fires and Fire Safety in 2024. Statistics of Fires and Their Consequences / V. S. Goncharenko et al. Balashikha : VNIIPo EMERCOM of Russia, 2025. 112 p.
8. Methodological Recommendations of EMERCOM of Russia on Monitoring and Forecasting of Natural and Man-Made Emergencies / V. A. Akimov et al. ; under the general editorship of K. D. Moskin. Moscow : [w. p.], 2024. 168 p.

Пожарная безопасность
Обзорная статья
УДК 614.841.44

Особенности и технические средства тушения пожаров на складах

Дзо Аян Динтанович

магистрант факультета заочного обучения, переподготовки и повышения квалификации,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
978usc.nis@mail.ru

Зуев Валерий Владимирович

магистрант факультета управления и комплексной безопасности, Уральский институт ГПС
МЧС России, Екатеринбург
Valera-zyev@rambler.ru

Крудышев Владимир Валерьевич

научный руководитель, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры пожарной,
аварийно-спасательной техники и специальных технических средств, Уральский институт ГПС
МЧС России, Екатеринбург

Аннотация. В статье рассмотрены особенности развития и тушения пожаров на складах материальных ценностей. Приводятся статистические данные по количеству пожаров и величине материального ущерба. Представлен обзор нормативных и научных источников по теме работы. Описаны условия тушения пожаров на рассматриваемых объектах и технические средства, позволяющие снизить риски для пожарных.

Ключевые слова: складские здания, пожары, особенности тушения, технические средства, защита пожарных

Features and technical means of extinguishing fires in warehouses

Ayan D. Dzo

master's student of the Faculty of Distance Learning, Retraining and Advanced Training, UISFS
of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
978usc.nis@mail.ru

Valery V. Zuev

master's student of the Faculty of Management and Integrated Security, UISFS of EMERCOM
of Russia, Ekaterinburg
Valera-zyev@rambler.ru

Vladimir V. Krudyshev

supervisor, candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fire, Emergency and Rescue Equipment and Special Technical Means, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

Abstract. The article discusses the features of fire development and extinguishing in warehouses of material assets. It provides statistical data on the number of fires and the amount of material damage. The article presents an overview of regulatory and scientific sources on the topic. It describes the conditions for extinguishing fires at the facilities under consideration and the technical means that can reduce the risks for firefighters.

Keywords: warehouse buildings, fires, firefighting features, technical equipment, firefighter protection

Введение

В настоящее время развитие торговли через маркетплейсы и крупные сетевые магазины приводит к необходимости концентрации больших объемов товаров вблизи крупных населенных пунктов. Для хранения товаров, оптимизации логистики, ускорения доставки и снижения затрат строятся торговые хабы и склады материальных ценностей. Однако с точки зрения пожарной безопасности такие объекты представляют собой здания с высокой концентрацией пожарной нагрузки, что значительно осложняет процесс тушения вероятного пожара и создает серьезные риски для пожарных.

По статистическим данным, за период с 2020 по 2024 г. в Свердловской области доля пожаров в зданиях производственного назначения и складах составляла 2% от общего количества пожаров за пять лет. Для сравнения: доля пожаров за тот же период в зданиях жилого назначения и надворных постройках составляла 64,9% [1]. При этом ущерб от пожаров на таких объектах может быть огромным. 13 января 2024 г. на складе Wildberries в поселке Шушары возник пожар, который удалось локализовать на площади 70 тыс. м². По некоторым оценкам, ущерб от утраты

товаров, сгоревших на складе, составил от 10 до 12 млрд руб., а стоимость самого помещения с оборудованием — около 3 млрд руб. 3 августа 2022 г. аналогичный крупный пожар произошел на складе маркетплейса Ozon в подмосковном городе Истра и был локализован на площади в 50 тыс. м². Ущерб оценили в 17 млрд руб.: само складское здание — в 6 млрд руб., а его содержимое — в 11 млрд руб. [2].

Ход исследования

Действия при тушении пожаров в торговых предприятиях и на складах товарно-материальных ценностей регламентируются следующими нормативными документами:

- Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [3];
- постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 03.02.2025) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» [4];
- Методическими рекомендациями по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (направлены указанием МЧС России от 26.05.2010 № 43-2007-18) [5].

Тушение пожаров на складах товарно-материальных ценностей осложняется целым рядом факторов [5, 6]:

1) сложными условиями ведения действий по тушению пожаров, связанными с планировкой, малым количеством входов и проемов, наличием большого количества материальных ценностей;

2) взрывами, обильным выделением токсичных продуктов и дыма при воздействии огня на складироваемые продукты;

3) растеканием горящего расплава полимерных материалов, способствующих распространению пожара на горящем этаже и вниз;

4) обрушением стеллажей, металлоконструкций и образованием завалов в проходах;

5) возникновением мощных вертикальных конвективных потоков высокотемпературных продуктов горения;

6) высокой скоростью распространения пожара, которая варьируется в очень широких пределах от 0,1 до 4 м/мин, а в определенных случаях превышает 10 м/мин [7].

Основная задача — сохранение материальных ценностей. Для этого используют все имеющиеся транспортные механизмы: грузовые лифты, подъемники, электрокары. В первую очередь эвакуируют наиболее ценные товары, а также вещества и материалы, попадание воды на которые может привести к усилению горения.

Безусловно, наиболее опасными являются пожары на складах боеприпасов и вооружения, а также на складах нефтепродуктов. Однако пожары на складах с другими типами продукции могут быть не менее опасны для личного состава по причине широкого использования полимерных материалов и пластика как в составе самих изделий, так и в упаковке. Тушение пожаров на объектах с хранением полимеров отличается

высокой сложностью в организации действий подразделений пожарной охраны. Причиной тому является большая скорость распространения пожара на огромное расстояние, токсичность продуктов горения, большое количество пожарной нагрузки, снижение видимости [8].

В нескольких работах [8–12] отмечается, что большой объем пожарной нагрузки обуславливает высокую линейную скорость распространения пожара и сильное тепловое воздействие как на конструкцию стеллажей, так и на пожарных. В результате теплового воздействия конструкция стеллажа может разрушаться, перекрывая проходы и доступ к очагу горения. Этот фактор приводит к изменению планировки и существенно осложняет работу звеньев ГДЗС.

Из-за угрозы обрушения и мощного теплового потока пожарные вынуждены работать на безопасном расстоянии и в теплоотражательных костюмах. При этом необходимо использовать средства подачи огнетушащих веществ (ОТВ) с повышенным расходом и пожарные автомобили с высокой производительностью пожарных насосов, а для минимизации рисков для пожарных применять робототехнические комплексы типа «ЛУФ-60», «Ель-4», МРУП и другие средства дистанционной работы [9].

МРУП-СП-Г-ТВ-У-40 — это мобильная роботизированная установка пожаротушения, которая предназначена для тушения пожаров посредством сплошной или распыленной водяной струи и воздушно-водяной смеси, в т. ч. с использованием пенообразователей, а в условиях повышенного риска для человека — технологий дистанционного управления, исключающих нахождение людей в непосредственной близости от очага пожара. Может использоваться как средство разведки и мониторинга места ЧС в радиусе

до 300 м от оператора с использованием дистанционного управления, видеонаблюдения, тепловизора и датчиков открытого пламени [13]. Устройство представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Мобильная роботизированная установка пожаротушения МРУП-СП-Г-ТВ-У-40

Вентиляторная установка роботизированного пожарного комплекса позволяет тушить очаги возгорания в различных режимах распыления воды либо пены необходимой кратности.

Подача компактной струи ведется из ствола, установленного в центре вентиляторной установки, при этом достигается максимальная дальность. Ствол также позволяет дистанционно регулировать водяную струю от компактной до распыленной. При необходимости создания водяного тумана вода подается в контур мелкодисперсного распыла, где при помощи форсунок происходит впрыск воды в струю воздуха, создаваемую осевым вентилятором. Дальность подачи при этом составляет не менее 30 м. Кроме тушения огня водяной туман может быть применен для осаждения частиц, взвешенных в воздухе. Технические характеристики МРУП-СП-Г-ТВ-У-40 представлены в таблице 1.

МРУП не является транспортным средством, и ее перемещение (транспортирование) к месту выполнения работ должно осуществляться транспортным средством, предназначенным для перевозки грузов с массой не менее 2 500 кг.

Таблица 1

Технические характеристики МРУП-СП-Г-ТВ-У-40

Параметры	Значение
Полная масса, кг	3 000
Максимальная скорость, км/ч	10,5
Возможность дистанционного управления	Не менее 300 м (по радиоканалу). Возможно подключение по кабелю
Номинальная подача пожарного насоса, л/с	40 (при оборотах 2 700 об/мин.)
Номинальное давление пожарного насоса, Мпа	1
Дальность подачи сплошной водяной струи, м	70
Дальность подачи тонкораспыленной воздушно-водяной смеси, м	40

«Ель-10» — это многофункциональный дистанционно управляемый робототехнический комплекс тяжелого класса, предназначенный для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в условиях теплового излучения высокой интенсивности, угрозы осколочно-фугасного, химического или радиоактивного поражения. Он представлен на рисунке 2 [14].



Рисунок 2. Пожарный робототехнический комплекс тяжелого класса «Ель-10»

Робототехнический комплекс «Ель-10» оснащен дистанционно управляемым лафетным стволом с подачей 60 л/с, резервуаром для запаса воды, бульдозерным отвалом и гидравлическими клещами с грузоподъемностью до 1 000 кг. Он имеет противопульную броню и может тянуть за собой рукавную линию. Его технические характеристики представлены в таблице 2.

«Ель-4» — это многофункциональный дистанционно управляемый робототехнический комплекс среднего класса, который разработан для проведения работ в условиях высоких температур, представляющих опасность жизни и здоровью спасателей: на минных полях, в зонах химических предприятий, на территориях очистных сооружений и атомных станций. Внешний вид этого комплекса представлен на рисунке 3 [15].

Таблица 2

Технические характеристики РТС «Ель-10»

Параметры	Значение
Полная масса, кг	27 000
Максимальная скорость, км/ч	5
Возможность дистанционного управления	Есть, по радиоканалу до 1 000 м
Вместимость резервуара для воды / пенообразователя, л	4 000/1 000
Производительность насоса, л/с	70
Расход лафетного ствола, л/с	60
Дальность подачи ОТВ, м	Воды — не менее 90. Поны — не менее 70
Масса груза, переносимого гидравлическими клещами, кг	До 1 000

Роботизированный комплекс предназначен для разведки, разборки завалов, спасательных работ и тушения огня в условиях современных техногенных аварий, сопровождаемых повышенным уровнем радиации, наличием в зоне работ отравляющих и сильнодействующих веществ, осколочно-взрывным поражением.



Рисунок 3. Пожарный робототехнический комплекс среднего класса «Ель-4»

В качестве инженерного вооружения используется комбинированный бульдозерный нож с гидравлическим схватом и трехзвенная рука-манипулятор, установленная в передней части машины. Тушение может производиться водой с использованием внутренних емкостей или подачей из внешнего источника по рукаву. Технические характеристики РТС представлены в таблице 3.

«ЛУФ-60» — легкий мобильный робототехнический комплекс пожаротушения, который предназначен для тушения пожаров в автомобильных и железнодорожных тоннелях, в узких, труднодоступных помещениях: вокзалах, аэропортах, складах, промышленных зданиях [16]. «ЛУФ-60» представлен на рисунке 4.

Мобильный робототехнический комплекс пожаротушения имеет гусеничную платформу, но также может передвигаться по рельсам, если подсоединить к нему специальные катки.

Таблица 3

Технические характеристики РТС «Ель-10»

Параметры	Значение
Полная масса, кг	9 200
Максимальная скорость, км/ч	10
Возможность дистанционного управления	Есть, по радиоканалу до 2 000 м
Вместимость резервуара для воды / пенообразователя, л	1 400/500
Расход ствола-монитора, л/с	20
Дальность подачи ОТВ, м	Воды — не менее 70. Поны — не менее 50
Масса груза, переносимого гидравлическими клещами, кг	До 500

Он оснащен вилкой-манипулятором, которую устанавливают спереди. Дальность подачи воды — до 60 м с помощью ствола с вентиляторным наддувом. Может формировать компактную или распыленную струю (завесу водяного тумана). Не имеет на борту запаса ОТВ, но способен тянуть за собой рукав от гидранта, пожарной автоцистерны или иного источника. Вентилятор «ЛУФ-60» может работать как для нагнетания давления, так и для всасывания воздуха с целью очистки систем вентиляции. Технические характеристики комплекса представлены в таблице 4.



Рисунок 4. Мобильный робототехнический комплекс пожаротушения «ЛУФ-60»

Для эффективного тушения пожара на складах необходимо подавать большое количество ОТВ, но в большинстве случаев конструкция помещения имеет небольшое количество проемов: въездные или разгрузочные ворота, окна в верхней части здания. Поэтому возникает необходимость создания дополнительных проемов во внешних стенах, позволяющих подавать стволы к очагу пожара. В ряде работ отмечается [10, 12, 17–19], что для этого можно применять устройства пожаротушения «Гюрза» и «Кобра». Это установки подачи воды высокого давления с функцией гидроабразивной резки. Они предназначены для тушения пожаров в труднодоступных местах, таких как замкнутые помещения, запертые двери, железобетонные или металлические стены, вентиляционные каналы, чердаки и др. Система смешивает воду с абразивным материалом и подает полученную смесь под давлением около 300 атм через специальное выходное отверстие. Абразив позволяет прорезать любые материалы: бетон, кирпич, дерево, металл, кровельные и композитные материалы. После создания отверстия в преграде через него подается мелкодисперсная вода.

Таблица 4

Технические характеристики «ЛУФ-60»

Параметры	Значение
Полная масса, кг	9 200
Возможность дистанционного управления	Есть, по радиоканалу до 300 м
Подача пожарного насоса, л/с	16, при давлении до 15 атм
Расход форсунок, л/с	7, при давлении 15 атм
Дальность подачи ОТВ, м	60
Производительность вентилятора, м³/ч	90 000
Скорость потока воздуха, км/ч	165

Диаметр сопла ствола-резака обычно составляет 1,6 мм, а диаметр отверстия в преграде — 3–4 мм. Маленькие капли воды, диаметром не более 0,02 мм, при контакте с горячими поверхностями и газами превращаются в пар. Это позволяет быстро снизить температуру внутри помещения, нейтрализовать горючие газы и увеличить видимость из-за уменьшения концентрации дыма. При этом кислород не поступает в зону возгорания через небольшое входное отверстие ствола, что повышает эффективность тушения. Такой метод обеспечивает пожарным максимальную безопасность, т. к. тушение ведется с внешней стороны преграды.

Заключение

Проведенный обзор нормативной, научной и технической литературы позволяет сделать следующие выводы:

1. Пожары на складах товарно-материальных ценностей характеризуются высокой сложностью тушения по следующим причинам: наличием значительных объемов пожарной нагрузки,

высокой скоростью распространения пламени, интенсивностью теплового потока и задымления, сложной планировкой, риском обрушения строительных конструкций и стеллажей, необходимостью подачи больших объемов ОТВ.

2. Для увеличения подачи ОТВ и защиты личного состава от опасных факторов пожара рекомендуется использовать робототехнические комплексы с дистанционным управлением, которые способны подавать до 40–60 л/с на расстоянии до 60 м. Подаваемая ими водо-воздушная струя позволяет осаждать продукты горения, обеспечивая улучшение видимости, а также охлаждать конструкции и очаг пожара, что позволяет снизить скорость распространения пламени и интенсивность теплового потока.

3. Для создания дополнительных проходов, проемов или окон, через которые можно подавать стволы к очагу пожара, рекомендуют использовать устройства пожаротушения с функцией гидроабразивной резки, которые могут использоваться как самостоятельные средства тушения пожара.

Список источников

1. Дзо А. Д., Крудышев В. В. Роль человеческого фактора при возникновении пожаров // Безопасность: проблемы, технологии, управление. 2025. № 6. С. 17–23.
2. Штурма Я., Балаян Е. Продукты в горении: что привело к пожару на складе Wildberries под Петербургом // Известие : сетевое издание. 2024. URL: <https://iz.ru/export/google/amp/1634176> (дата обращения: 21.02.2026).
3. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности : Федеральный закон № 69-ФЗ : текст с изменениями и дополнениями на 7 июля 2025 г. : принят Государственной Думой 19 марта 2020 г. : одобрен Советом Федерации 25 марта 2020 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 29.02.2026).
4. Положения. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства РФ № 1479 : текст с изменениями и дополнениями на 03.02.2025 : утверждено постановлением Правительства РФ 16 сентября 2020 г. URL: <https://normativ.kontur.ru/document/1/501734-postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-16-09-2020-n-1479> (дата обращения: 19.02.2026).

5. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ : утвержден заместителем Министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 26 мая 2010 г. URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistviyam-podrazdelenii-federalnoi-protivopozharnoi-sluzhby-pri/> (дата обращения: 20.02.2026).

6. Пашов С. С., Бородин В. А., Мужиков В. А. Тактические действия подразделений при тушении пожаров в торговых и складских помещениях // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. № 10. С. 292–294.

7. Щербаков Н. А., Двоенко О. В. Анализ эффективности автоматических установок и модулей при тушении пожаров на складах // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. 2022. № 11. С. 95–100.

8. Азизов И. И., Кузнецов А. О. К вопросу об организации тушения пожара на складах и хранилищах полимеров (пластика) // eLIBRARY.RU : электронная библиотека. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37283040&pff=1> (дата обращения: 20.02.2026).

9. Ермилов А. В., Орлов Е. А. Применение робототехнических комплексов при тушении пожаров на складах лесоматериалов // eLIBRARY.RU : электронная библиотека. 2022. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49884591&pff=1> (дата обращения: 21.02.2026).

10. Карапузиков А. А., Мураев Н. П. Особенности тушения пожаров в складах // eLIBRARY.RU : электронная библиотека. 2022. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50126478> (дата обращения: 20.02.2026).

11. Лебедев Е. Сложный пожар помогла ликвидировать грамотная тактика // Пожарное дело. 2018. № 3. С. 26–28.

12. Особенности тушения пожаров на складах / О. В. Двоенко [и др.] // XXI ВЕК: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО. Пенза : Наука и Просвещение, 2022. С. 20–24.

13. Руководство по эксплуатации мобильной роботизированной установки пожаротушения МРУП-СП-Г-ТВ-У-40 модель 17КС ТУ 8024-007-09153509-2012. [б. м.] : [б. и.], 2013. 49 с.

14. Пожарный танк «Ель-10» спасает там, где человек не способен // ТАСС : [сайт]. 2015. URL: <https://tass.ru/mchs-25-let/2491557> (дата обращения: 20.02.2026).

15. Бойко А. Ель-4 // RoboTrends : [сайт]. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/el-4> (дата обращения: 20.02.2026).

16. ЛУФ-60 // RoboTrends : [сайт]. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/luf-60> (дата обращения: 20.02.2026).

17. Зайцев М. А., Белорожев О. Н. Особенности применения установки пожаротушения «Кобра» при тушении пожаров на складах взрывчатых веществ // eLIBRARY.RU : электронная библиотека. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38221828> (дата обращения: 20.02.2026).

18. Василевич Д. В., Лахвич В. В., Миканович Д. С. Перспективные средства тушения пожаров с применением установок подачи огнетушащих веществ высокого давления // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2019. № 3. С. 283–288.

19. Применение мобильного комплекса «Гюрза» для проведения операций повышенной сложности на объектах энергетики / М. В. Алешков [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 2. С. 4–9.

References

1. Dzo A. D., Krudyshev V. V. The role of the human factor in the occurrence of fires // Safety: problems, technologies, management. 2025. № 6. P. 17–23.
2. Sturma Ya., Balayan E. Products in gorenje: what led to the fire at the Wildberries warehouse near St. Petersburg // Izvestia : online publication. 2024. URL: <https://iz.ru/export/google/amp/1634176> (date of access: 21.02.2026).
3. The Russian Federation. Laws. On fire safety : Federal Law №. 69-FZ : text with amendments and additions as of July 7, 2025 : adopted by the State Duma on March 19, 2020 : approved by the Federation Council on March 25, 2020. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (date of access: 29. 02.2026).
4. Regulations. On approval of Fire Safety Regulations in the Russian Federation : Decree of the Government of the Russian Federation № 1479 : text with amendments and additions on March 2, 2025 : approved by Decree of the Government of the Russian Federation on September 16, 2020. URL: <https://normativ.kontur.ru/document/1/501734-postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-16-09-2020-n-1479> (date of access: 19.02.2026).
5. Methodological recommendations on the actions of the Federal Fire Service units in extinguishing fires and conducting emergency rescue operations : approved by the Deputy Minister of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters on May 26, 2010. URL: <https://legalacts.ru/doc/metodicheskie-rekomendatsii-po-deistviyam-podrazdelenii-federalnoi-protivopozharnoi-sluzhby-pri/> (date of access: 20.02.2026).
6. Pashov S. S., Borodin V. A., Muzhikov V. A. Tactical actions of units in extinguishing fires in commercial and warehouse premises // Fire safety: problems and prospects. 2019. № 10. P. 292–294.
7. Shcherbakov N. A., Dvoenko O. V. Analysis of the effectiveness of automatic installations and modules in extinguishing fires in warehouses // Problems of technosphere safety: proceedings of the international scientific and practical conference of young scientists and specialists. 2022. № 11. P. 95–100.
8. Azizov I. I., Kuznetsov A. O. On the issue of fire extinguishing in warehouses and storages of polymers (plastics) // eLibrary.RU : electronic library. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37283040&pff=1> (date of access: 20.02.2026).
9. Ermilov A. V., Orlov E. A. The use of robotic complexes in extinguishing fires in timber warehouses // eLibrary.RU : electronic library. 2022. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49884591&pff=1> (date of access: 21.02.2026).
10. Karapuzikov A. A., Muraev N. P. Features of extinguishing fires in warehouses // eLibrary.RU : electronic library. 2022. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50126478> (date of access: 20.02.2026).
11. Lebedev E. Competent tactics helped to eliminate a complex fire // Fire fighting. 2018. № 3. P. 26–28.
12. Features of extinguishing fires in warehouses / O. V. Dvoenko et al. // XXI CENTURY: RESULTS OF THE PAST AND PROBLEMS OF THE PRESENT. Penza : Science and Education, 2022. P. 20–24.
13. Operation manual for the mobile robotic fire extinguishing system MRUP-SP-G-TV-U-40 model 17KS TU 8024-007-09153509-2012. [w. p.] : [w. p.], 2013. 49 p.

14. The fire tank "El-10" saves where a person is not capable // TASS : [website]. 2015. URL: <https://tass.ru/mchs-25-let/2491557> (date of access: 20.02.2026).
15. Boyko A. El-4 // RoboTrends : [website]. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/el-4> (date of access: 20.02.2026).
16. LUF-60 // RoboTrends : [website]. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/luf-60> (date of access: 20.02.2026).
17. Zaitsev M. A., Belorozhev O. N. Features of the use of the Cobra fire extinguishing system when extinguishing fires in explosives warehouses // eLibrary.RU : electronic library. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38221828> (date of access: 20.02.2026).
18. Vasilevich D. V., Lakhvich V. V., Mikanovich D. S. Promising fire extinguishing equipment using high-pressure extinguishing agents // Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus. 2019. № 3. P. 283–288.
19. The use of the Gyurza mobile complex for operations of increased complexity at energy facilities / M. V. Aleshkov et al. // Fires and emergencies: prevention, elimination. 2012. № 2. P. 4–9.

Исследование роли органов государственного пожарного надзора на всех этапах строительства

Серёда Виктория Андреевна

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
v-seredda@yandex.ru

Бочков Павел Валерьевич

научный руководитель, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственной службы и кадровой политики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

Аннотация. В работе рассматривается роль органов государственного пожарного надзора (ГПН) в обеспечении пожарной безопасности на этапах строительства, анализируются изменения полномочий ГПН с 2007 г.: согласно Федеральному закону № 232-ФЗ [1] надзор был исключен из процессов проектирования, строительства и приемки объектов, а его функции передали органам государственной экспертизы проектной документации (ГЭПД) и государственной инспекции строительного надзора (ГИСН) .

В статье показаны риски такого подхода: несоответствие проектной документации и фактического исполнения, использование материалов, не отвечающих нормам пожарной безопасности, которые обнаруживают лишь на этапе приемки или эксплуатации. На примере пожаров в ТРЦ «Зимняя вишня» (2018) и ночном клубе «Хромая лошадь» (2009) продемонстрированы последствия системных нарушений на всех стадиях жизненного цикла зданий. Предложены меры по усилению роли ГПН: расширение его полномочий на этапах проектирования и строительства, улучшение межведомственного взаимодействия, совершенствование нормативной базы и ужесточение санкций за нарушения. Также подчеркнута необходимость комплексного подхода для снижения рисков пожаров и их последствий.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор (ГПН), пожарная безопасность, строительство и проектирование, нарушение требований пожарной безопасности, приемка объектов

Research on the role of state fire supervision bodies at all stages of construction

Victoria A. Sereda

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
v-seredda@yandex.ru

Pavel V. Bochkov

supervisor, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Public Service and Personnel Policy, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

Abstract. The paper examines the role of state fire supervision authorities (GFS) in ensuring fire safety at the construction stages, analyzes changes in the powers of the GFS since 2007: according to Federal Law № 232-FZ [1] supervision was excluded from the processes of design, construction and acceptance of facilities, and its functions were transferred to the state expertise of project documentation (GEPD) and the State Construction Supervision Inspectorate (GIS).

The risks of this approach are highlighted: discrepancies between project documentation and actual implementation, use of materials that do not meet fire safety standards, which are detected only at the acceptance or operation stage. Using the examples of fires at the "Zimnyaya Vishnya" shopping centre (2018) and the "Khromaya Loshad" nightclub (2009), the paper demonstrates the consequences of systemic violations at all stages of a building's life cycle. Measures to strengthen the SFS role are proposed: expanding its powers during design and construction phases, improving interdepartmental cooperation, enhancing the regulatory framework, and tightening penalties for violations. The necessity of an integrated approach to reduce the risks of fires and their consequences is emphasised.

Keywords: State Fire Supervision (SFS), fire safety, construction and design, violations of fire safety requirements, facility acceptance

Введение

Пожарная безопасность является одним из ключевых аспектов общественной безопасности в Российской Федерации. Государственные структуры, отвечающие за предотвращение чрезвычайных ситуаций, играют первостепенную роль в ее обеспечении. Среди них особое место занимает Федеральный государственный пожарный надзор (ГПН), деятельность которого, начиная с момента своего основания, нацелена на предотвращение возможности возникновения пожаров и снижение уровня риска распространения вероятных негативных последствий, влекущих причинение вреда (ущерба).

ГПН выполняет множество функций, включая контроль соблюдения норм и правил пожарной безопасности, подготовку и проведение проверок, расследование причин пожаров и чрезвычайных ситуаций. При этом

инспекторы ГПН несут персональную ответственность за результаты своей работы. Ответственность государственных инспекторов по пожарному надзору является важным фактором, способствующим повышению эффективности надзорной деятельности и снижению рисков возникновения пожаров.

В настоящее время ГПН не принимает участие на всех этапах строительства, в связи с чем несоответствия требованиям пожарной безопасности могут оставаться незамеченными до стадии приемки объектов. Это может заставить заказчиков столкнуться с проблемами на этапе приемки и с юридическими последствиями в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Существующие механизмы контроля и надзора нуждаются в пересмотре с целью увеличения их эффективности. Один из вариантов — возможность более активного участия ГПН на начальных этапах проектирования и согласования документации.

Кроме того, необходимо улучшить взаимодействие между проектировщиками, строительными компаниями и органами надзора. Необходимость изменения законодательства или процедур на более поздних этапах строительства становится очевидной для обеспечения безопасной эксплуатации зданий. Важно вести обсуждение о путях повышения эффективности контроля и учета интересов всех сторон, что позволит минимизировать риски и обеспечить безопасность объектов.

Ход исследования

Государственный пожарный надзор (ГПН) — это система мер и мероприятий, которую органы исполнительной власти применяют для обеспечения необходимого уровня пожарной безопасности (ПБ). Его основная задача — обеспечение защиты жизни и здоровья граждан, а также сохранение государственного, муниципального, корпоративного и частного имущества от пожаров и их последствий [4].

Специфика пожарной безопасности здания определяется на стадии проектирования и реализуется на этапе строительства. В связи с изменением порядка осуществления ГПН на объектах градостроительной деятельности, установленного Федеральным законом от 18.12.2006 № 232-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], с 1 января 2007 г. органы государственного пожарного надзора МЧС России не принимают участие в мероприятиях по осуществлению надзорных функций при строительстве, проектировании, приемке в эксплуатацию законченных строительством (реконструкцией) объектов, а также

при проверке соответствия выполняемых работ в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства требованиям нормативных документов по пожарной безопасности и проектной документации [10].

Однако после ввода объекта в эксплуатацию контроль за соблюдением требований пожарной безопасности осуществляет именно ГПН. При этом основная специфика пожарной безопасности конкретного здания определяется на стадиях его проектирования и строительства, а обеспечение ПБ на строительных объектах должно быть комплексным и непрерывным. Так, ответственность за пожарную безопасность несет руководитель строительной компании, который должен следить за состоянием стройплощадки и прилегающих зон, проверять наличие средств обеспечения электро- и пожаробезопасности, проводить ревизию первичных средств пожаротушения. Ранее представители органов ГПН играли активную роль в процессе приемки объектов, проводили проверки на всех этапах строительства и выдавали заключения, которые были обязательны для ввода объекта в эксплуатацию. Однако с изменением законодательства основной тенденцией стала передача ответственности за соблюдение норм и правил от надзорных органов участникам строительного процесса: застройщику и проектировщику, которые обязаны разработать проектную документацию, соответствующую всем требованиям пожарной безопасности, и обеспечить ее выполнение в процессе строительства.

Так что ГПН теперь осуществляет плановые и внеплановые проверки уже функционирующих объектов, а также реагирует на жалобы и сообщения

о нарушениях. Основным документом, подтверждающим соответствие объекта требованиям ПБ, является заключение о соответствии (ЗОС), выданное органом государственного строительного надзора (ГСН).

В результате часто эксплуатация объекта уже после его приемки принудительно приостанавливается из-за несоответствия конструкции и материалов требованиям пожарной безопасности, что влечет за собой остановку деятельности строительной компании и ее финансовые издержки.

Имеется немало примеров возникновения пожаров, повлекших за собой гибель большого количества людей и значительные материальные потери (полное или частичное уничтожение здания, порча оборудования и имущества, расходы на ликвидацию последствий пожара и восстановление объекта) в результате нарушений требований пожарной безопасности на этапе проектирования. Наиболее распространенными отступлениями от норм пожарной безопасности при этом являлись: использование горючих отделочных материалов в местах массового пребывания людей, недостаточная ширина эвакуационных путей и выходов, отсутствие или некорректный расчет систем противопожарной защиты (сигнализации, оповещения, пожаротушения), нарушение требований к огнестойкости строительных конструкций, некорректное размещение пожарных отсеков и противопожарных преград.

Так, первоначальной причиной возгорания ТРЦ «Зимняя вишня» в Кемерово 25 марта 2018 г., который унес жизни 64 человек, включая 41 ребенка, явилось короткое замыкание в электропроводке комнаты с интерактивным аттракционом на четвертом этаже. Проводка была некачественно

смонтирована и эксплуатировалась с нарушениями. Ключевыми факторами, ускорившими распространение огня, являлись легковоспламеняющиеся материалы отделки: стены и потолки были облицованы полимерными панелями и утеплителем, которые при горении выделяли токсичные вещества. Отсутствие противопожарных преград над подвесными потолками позволило огню беспрепятственно распространяться по скрытым пространствам. Заблокированные на замок аварийные выходы и необозначенная должным образом маркировка путей эвакуации не позволили людям покинуть помещение. Перечисленные факторы носят все-таки эксплуатационный характер и должны были быть выявлены при государственном пожарном надзоре. Сотрудники МЧС утверждают, что это не было сделано на основании надзорных каникул: приказ МЧС «О запрещении проверок малого и среднего предпринимательства» [4] был подписан в сентябре 2016 г., а руководство ТРЦ игнорировало сообщения о недостатках системы противопожарной безопасности.

Однако еще при проектировании и строительстве здания были нарушены следующие требования пожарной безопасности:

- система автоматического пожаротушения и дымоудаления на этажах с кинозалами фактически отсутствовала, хотя по документам она числилась;
- использовались горючие материалы в зонах, где это было запрещено, например в детских зонах отдыха;
- система пожаротушения не была подключена к сигнализации, что сделало ее неработоспособной;
- системы автоматического водяного и порошкового пожаротушения были в неисправном состоянии.

Другой пример — пожар, который произошел в ночном клубе «Хромая лошадь» в Перми 5 декабря 2009 г. и унес жизни 156 человек. В здании не было противодымной вентиляции, пожарной сигнализации и системы автоматического пожаротушения, хотя по Градостроительному кодексу они должны были быть предусмотрены при реконструкции. Проект реконструкции 2001 г. предусматривал витражи от пола до потолка, которые могли служить эвакуационными выходами, но в реальности они были заложены кирпичами при незаконной реконструкции в 2003–2004 гг., когда площадь помещения была увеличена примерно на 200 м² за счет пристройки из ячеистых блоков, что привело к блокировке аварийных выходов. При отделке использовались материалы (мешковина, фанера, шкуры животных), которые по группе горючести относились к классу Г4 (сильногорючие). Электропроводка была установлена с нарушениями: обнаружены участки с поврежденной изоляцией, а двери электрощитовой не имели огнестойкости. При этом инспекторы ГПН не выявляли или игнорировали критические нарушения при проверках на этапе эксплуатации.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон № 232-ФЗ : принят Государственной Думой 24 ноября 2006 г. : одобрен Советом Федерации 8 декабря 2006 г. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43377> (дата обращения: 24.11.2025).
2. Пожар в торговом центре «Зимняя вишня» // Википедия : [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_торговом_центре_«Зимняя_вишня» (дата обращения: 28.10.2025).
3. Пожар в клубе «Хромая лошадь» // Википедия : [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_клубе_«Хромая_лошадь» (дата обращения: 28.10.2025).

Заключение

В результате рассмотренные трагедии демонстрируют системный характер нарушений требований пожарной безопасности на всех этапах жизненного цикла зданий: при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации. Их анализ показывает, что предотвращение подобных катастроф возможно только при комплексном подходе.

Минстрой России и МЧС России планируют найти общий подход к проблеме пожарного надзора на этапе приемки строительных объектов. Обсуждение этой темы уже было начато на межведомственном круглом столе, посвященном обсуждению реализации предложений доклада Уполномоченного при Президенте России по защите прав предпринимателей в 2022 г. по разделу «Пожарная безопасность».

Расширение полномочий ГПН и усиление его роли на всех стадиях жизненного цикла объектов могут стать эффективным решением для снижения рисков возникновения пожаров и устранения их последствий. Однако реализация таких изменений требует проработки законодательства и учета интересов всех участников строительного процесса.

4. Приказы. О запрещении проверок малого и среднего предпринимательства : Приказ МЧС России № 492 : принят 12 сентября 2016 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71388668/> (дата обращения: 24.11.2025).

5. Российская Федерация. Законы. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : Федеральный закон № 243-ФЗ : текст с изменениями и дополнениями на 24 июня 2025 г. : принят Государственной Думой 22 июля 2020 г. : одобрен Советом Федерации 24 июля 2020 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 24.11.2025).

6. Доклады с обобщением правоприменительной практики и руководством по соблюдению обязательных требований за 2024 год : утвержден МЧС России 30 апреля 2025 г. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7768> (дата обращения: 24.11.2025).

7. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности : Федеральный закон № 69-ФЗ : текст с изменениями и дополнениями на 7 июля 2025 г. : принят Государственной Думой 19 марта 2020 г. : одобрен Советом Федерации 25 марта 2020 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 24.11.2025).

8. Положения. О федеральном государственном пожарном надзоре : постановление Правительства РФ № 290 : текст с изменениями и дополнениями на 27 августа 2025 г. : утверждено постановлением Правительства Российской Федерации 12 апреля 2012 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027 (дата обращения: 24.11.2025).

9. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации : ГрК : текст с изменениями и дополнениями на 31 июля 2025 г. : принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г. : одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/935a657a2b5f7c7a6436cb756694bb2d649c7a00 (дата обращения: 24.11.2025).

10. Доклады по результатам правоприменительной практики органов государственного контроля (надзора) МЧС России с руководством по соблюдению обязательных требований : утвержден Департаментом надзорной деятельности и профилактической работы 30 июля 2017 г. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71674710/> (дата обращения: 26.10.2025).

References

1. The Russian Federation. Laws. On Amendments to the Urban Planning Code of the Russian Federation and Certain Legislative Acts of the Russian Federation : Federal Law № 232-FZ : [adopted by the State Duma on November 24, 2006 : approved by the Federation Council on December 8, 2006]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43377> (date of access: 24.11.2025).

2. Fire in the shopping center «Winter Cherry» // Wikipedia : [website]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_торговом_центре_«Зимняя_вишня» (date of access: 28.10.2025).

3. The fire at the Lame Horse Club // Wikipedia : [website]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пожар_в_клубе_«Хромая_лошадь» (date of access: 28.10.2025).

4. Orders. On the prohibition of inspections of small and medium-sized businesses : Order of the Russian Ministry of Emergency Situations № 492 : adopted on September 12,

2016]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71388668> / (date of access: 24.11.2025).

5. The Russian Federation. Laws. On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation : Federal Law № 243-FZ : text with amendments and additions as of June 24, 2025 : adopted by the State Duma on July 22, 2020 : approved by the Federation Council on July 24, 2020. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750 / (date of access: 24.11.2025).

6. Reports summarizing law enforcement practice and guidance on compliance with mandatory requirements for 2024 : approved by the Russian Ministry of Emergency Situations on April 30, 2025. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7768> (date of access: 24.11.2025).

7. Russian Federation. Laws. On fire safety : Federal Law № 69-FZ : text with amendments and additions as of July 7, 2025 : adopted by the State Duma on March 19, 2020 : approved by the Federation Council on March 25, 2020. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438 / (date of access: 24.11.2025).

8. Regulations. On Federal State Fire Supervision : Decree of the Government of the Russian Federation № 290 : text with amendments and additions as of August 27, 2025 : approved by Decree of the Government of the Russian Federation on April 12, 2012. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/19bd36e5d9b937659a8fe25e7d9265c503dfd027 (date of access: 24.11.2025).

9. The Russian Federation. Laws. Urban Planning Code of the Russian Federation : GrK : text with amendments and additions as of July 31, 2025 : adopted by the State Duma on December 22, 2004 : approved by the Federation Council on December 24, 2004. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/935a657a2b5f7c7a6436cb756694bb2d649c7a00 (date of access: 24.11.2025).

10. Reports on the results of law enforcement practice of state control (supervision) bodies The Ministry of Emergency Situations of Russia with guidance on compliance with mandatory requirements : approved by the Department of Supervision and Preventive Work on July 30, 2017. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71674710> / (date of access: 26.10.2025).

Государственное и муниципальное управление

Государственное и муниципальное управление
Обзорная статья
УДК 35.087

Актуальные направления мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации: современное состояние и пути оптимизации

Резер Татьяна Михайловна

доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры государственной службы и кадровой политики, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
tmrezer@mail.ru

Сутакова Саргылаана Семёновна

студент факультета заочного обучения, переподготовки и повышения квалификации, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
sutakovas@bk.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации. Авторы проанализировали современное состояние направлений стимулирования, статистические данные и современные подходы к данной проблематике. Также они определили проблемные аспекты и разработали пути оптимизации мотивационных механизмов.

Ключевые слова: государственные служащие, мотивация, современное состояние, пути оптимизации

Current Directions of Motivating Public Servants in the Authorities of the Russian Federation's Regions: Current Status and Optimization Options

Tatyana M. Rezer

doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Public Service and Personnel Policy, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
tmrezer@mail.ru

Sargylaana S. Sutakova

student of the Faculty of Correspondence Education, Retraining, and Advanced Training, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
sutakovas@bk.ru

Abstract. The article discusses current issues of motivation for civil servants in the authorities of the constituent entities of the Russian Federation. The authors

analyze the current state of incentives, statistical data, and modern approaches to this issue. They also identify problematic aspects and propose ways to optimize motivation mechanisms.

Keywords: civil servants, motivation, current state, ways of optimization

Введение

Вопросы мотивации играют основополагающую роль в развитии и функционировании органов государственной власти Российской Федерации, а также субъектов Российской Федерации. Исследование существующих и разработка новых механизмов позволит повысить эффективность деятельности государственных органов, доверие граждан, а также решит вопросы с острой нехваткой кадрового состава в отдельных органах власти Российской Федерации. Поэтому рассмотрение данного вопроса является крайне актуальной задачей.

Цель исследования — рассмотрение современного состояния (актуальных направлений) мотивации в органах государственной власти субъектов Российской Федерации, выявление актуальных проблемных аспектов, а также предложение путей оптимизации в рассматриваемой области.

Задачи исследования:

- рассмотрение основных нормативных аспектов в области мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации;
- анализ современного состояния вопроса мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации;
- анализ статистических данных по актуальным направлениям мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации;
- выявление проблемных аспектов в области мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации;

– предложение путей оптимизации мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации.

Ход исследования

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2004 № 79-ФЗ (ред. от 29.09.2025) «О государственной гражданской службе Российской Федерации» государственная гражданская служба Российской Федерации — это «вид государственной службы, представляющей собой профессиональную служебную деятельность граждан Российской Федерации на должностях государственной службы по обеспечению исполнения полномочий государственных органов, лиц, замещающих государственные должности Российской Федерации, и лиц, замещающих государственные должности субъектов Российской Федерации» [1].

Должности государственной службы делятся на следующие категории:

- руководители;
- помощники;
- специалисты;
- обеспечивающие специалисты [1].

По другой классификации они подразделяются на следующие группы [1]:

- высшие должности государственной службы;
- главные должности государственной службы;
- ведущие должности государственной службы;
- старшие должности государственной службы;
- младшие должности государственной службы.

Мотивация представляет собой совокупность внутренних и внешних факторов, побуждающих человека к деятельности для достижения определенных целей. В контексте государственной службы мотивация направлена на повышение эффективности исполнения должностных обязанностей и лояльности к государственной службе [2].

Мотивация государственных служащих необходима для совершенствования процессов деятельности конкретных подразделений государственной службы, повышения заинтересованности сотрудников, а также для эффективного выполнения ими своих обязанностей.

К основам мотивации государственных служащих можно отнести следующие теории мотивации [2]:

- теория потребностей Маслоу (иерархия потребностей Маслоу) — психологическая концепция, объясняющая мотивацию личности через удовлетворение различных уровней потребностей;

- теория справедливости Адамса объясняет, как восприятие справедливости влияет на мотивацию сотрудников в организации. Теория фокусируется на стремлении людей поддерживать равенство между вкладом, который они приносят в работу, и результатами, которые они получают от нее;

- теория ожидания Врума — мотивационная модель, которая объясняет, как люди выбирают определенные действия для достижения своих целей. Суть теории: наличие у человека потребности не является единственным условием для возникновения мотивации к достижению цели, важно, чтобы человек ожидал, что затраченные усилия помогут ему ее удовлетворить;

- концепция партисипативного управления предполагает активное вовлечение сотрудников в процесс принятия решений и управленческих задач.

В отличие от традиционного авторитарного подхода, где решения принимаются сверху вниз, партисипативный стремится к демократии и коллективному решению проблем. Он направлен на совершенствование использования человеческого потенциала организации.

Современное состояние вопроса мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации включает следующие характеристики [3]:

- материальное стимулирование деятельности государственных служащих;
- социальные гарантии;
- принятие организационных решений (мер);
- профессиональное развитие сотрудников.

Материальное стимулирование деятельности государственных служащих — это основополагающий фактор мотивации для любого подразделения государственной службы. Основываясь на статистических данных, средняя заработная плата сотрудников варьируется в пределах 40 000–50 000 тыс. руб. Должностной оклад и оклад за классный чин в совокупности составляют оклад месячного денежного содержания государственного служащего. В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2004 № 79-ФЗ (ред. от 29.09.2025) «О государственной гражданской службе Российской Федерации» к дополнительным выплатам относятся [1, 4]:

- ежемесячная надбавка к должностному окладу за выслугу лет на государственной службе в размерах, которые представлены в таблице;

- ежемесячная надбавка к должностному окладу за особые условия государственной службы в размере до 200 % от оклада;

- премии, в т. ч. за выполнение особо важных и сложных заданий, порядок

выплаты которых определяется представителем нанимателя с учетом обеспечения задач и функций государственного органа, исполнения должностного регламента (максимальный размер не ограничивается);

– ежемесячное денежное поощрение;
– единовременная выплата при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и материальная помощь, выплачиваемые за счет средств фонда оплаты труда государственных служащих.

Таблица

Ежемесячная надбавка к должностному окладу за выслугу лет

Стаж государственной службы	Надбавка, %
от 1 года до 5 лет	10
от 5 до 10 лет	15
от 10 до 15 лет	20
свыше 15 лет	30

Несмотря на значительное количество дополнительных выплат, государственным служащим предоставляется сравнительно небольшая заработная плата: в соответствии с должностным регламентом на них возложен огромный спектр обязанностей и ответственности, который не сопоставляется с размерами оплаты труда.

Приведем пример на основе МЧС России. На 18 февраля 2026 г. статистика подтвердила, что в ведомстве штат сотрудников не укомплектован более чем на 35 %, в отдельных регионах число достигает 50 %. Основная причина — низкая заработная плата сотрудников ведомства. В связи с этим необходимо принимать меры по их удержанию с помощью повышения заработной платы. Для этого стоит рассмотреть варианты заимствования мотивационных программ у крупных российских компаний, например: «Роснефть», «Газпром», «Лукойл», «Сбербанк», «Яндекс» и других. Программы перечисленных компаний предусматривают систему бонусов за выполнение отдельных обязанностей.

Из-за некомплекта кадрового состава в МЧС России сотрудники отдельных подразделений вынуждены совмещать несколько должностных обязанностей, однако в данный момент выплата за дополнительную деятельность не предусмотрена. Стоит отметить, что основополагающим фактором профессиональной мотивации является заработная плата. С помощью ее повышения можно решить следующие проблемные аспекты ведомства:

– нехватку кадрового состава;
– низкий уровень процесса цифровизации и автоматизации;
– низкий уровень вовлеченности сотрудников в рабочую деятельность;
– профессиональная пассивность и отсутствие карьерных амбиций.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2004 № 79-ФЗ (ред. от 29.09.2025) «О государственной гражданской службе Российской Федерации» государственным служащим предоставляются следующие социальные гарантии с целью повышения их мотивации [1]:

– равные условия оплаты труда, а также сопоставимые показатели оценки эф-

фективности результатов профессиональной служебной деятельности при замещении соответствующих должностей государственной службы, если иное не установлено настоящим Федеральным законом;

- право на своевременное получение денежного содержания в полном объеме;

- условия прохождения государственной службы, обеспечивающие исполнение должностных обязанностей в соответствии с должностным регламентом;

- отдых, обеспечиваемый установлением нормальной продолжительности служебного времени, предоставлением выходных и нерабочих праздничных дней, а также ежегодных оплачиваемых основного и дополнительных отпусков;

- медицинское страхование государственного служащего и членов его семьи, в т. ч. после выхода сотрудника на пенсию за выслугу лет, в соответствии с настоящим Федеральным законом и Федеральным законом о медицинском страховании государственных служащих Российской Федерации;

- обязательное государственное социальное страхование на случай болезни или утраты трудоспособности в период прохождения государственной службы либо сохранение денежного содержания при временной нетрудоспособности;

- выплаты по обязательному государственному страхованию в случаях, порядке и размерах, установленных федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации;

- возмещение расходов, связанных со служебными командировками;

- возмещение расходов, связанных с переездом государственного служащего и членов его семьи в другую местность при переводе сотрудника по инициативе представителя нанимателя на иную должность государственной службы в том же либо другом государственном органе;

- защита государственного служащего и членов его семьи от насилия, угроз и других неправомерных действий в связи с исполнением им должностных обязанностей;

- государственное пенсионное обеспечение в порядке и на условиях, установленных Федеральным законом о государственном пенсионном обеспечении граждан Российской Федерации, которые прошли государственную службу, и их семей.

Также в органах власти субъектов Российской Федерации особое внимание уделяется профессиональному развитию государственных служащих. Это проявляется в обучении по профессиональным программам образования (среднее профессиональное образование, высшее образование) и на различных курсах переподготовки и повышения квалификации.

Рассматривая вопрос социальных гарантий, стоит отметить, что данные процессы в органах государственной власти слишком бюрократизированы. Это тоже является ключевым проблемным аспектом. Бюрократизм отражается во множестве процедурных элементов, которые сопровождаются целыми стопками документации, чтобы претендовать на ту или иную льготу. Самым частым отражением такого процесса является получение служебного жилья, операционного медицинского вмешательства и путевок в оздоровительные комплексы. В рассматриваемой связи стоит облегчить процедуры получения социальных льгот сотрудниками государственных органов, а также проводить качественное осведомление о их наличии и процессе их получения.

Обращаясь к источникам, можно привести следующие статистические данные, оказывающие влияние на мотивацию государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации [5]:

- стабильность положения, связанная со своевременной выплатой заработной платы (90 %);
- предоставление социальных гарантий (70 %);
- получение профессионального опыта (60 %);
- управленческий характер труда (40 %);
- низкий уровень оплаты труда (90 %);
- отсутствие перспектив должностного роста (80 %);
- сложная психологическая обстановка (60 %);
- сверхурочные нагрузки и жесткий график (40 %);
- текучесть кадров в органах власти (ежегодно 10–15 %);
- удовлетворенность работой находится на уровне 60–70 %;
- индекс лояльности сотрудников составляет 75 %.

Рассматривая статистические данные, можно заметить, что присутствуют как положительные, так и отрицательные факторы. Изучим проблемные аспекты существующей системы мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации, а также перспективные направления ее оптимизации.

К проблемным аспектам можно отнести [6]:

- неравномерное соотношение оплаты труда с ответственностью, выполнением должностных обязанностей и результатами работы;
- отсутствие эффективных механизмов нематериальной мотивации: слаборазвитая система поддержки сотрудников в органах власти, а также низкая вовлеченность руководителя организации в создании благоприятной атмосферы в коллективе. Недостаточно внимания уделено системе наставничества и развитию кадровых технологий;

– низкий уровень вовлеченности служащих в процессы принятия решений. Все решения в органах власти субъектов Российской Федерации принимаются на вышестоящих уровнях, что является фактором специфики структуры организации деятельности государственных организаций. Рядовые сотрудники никак не влияют на принятие решений в организации;

– слабая система профессионального развития. Проявляется в отсутствии четких перспектив должностного роста, недостаточно развитой системе образования, переподготовки и повышения квалификации.

Все вышеперечисленные проблемные аспекты создают неблагоприятную обстановку в области мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации.

Подробно рассмотрим вопросы о повышении эффективности системы мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации.

В крупных российских компаниях давно была внедрена система KPI-оценки. KPI-оценка — это система, основанная на количественных показателях эффективности деятельности как отдельных сотрудников, так и всего рабочего коллектива. Другими словами, такая система позволяет оценить вклад каждого сотрудника в рабочую деятельность, а на основе этих показателей предусмотреть какие-то бонусные элементы. ПАО «НК Роснефть» пишет: «Большое значение ПАО „НК «Роснефть“ уделяет программе мотивации, основанной на оценке эффективности результатов деятельности работников. Проводится оценка как коллективной составляющей, так и индивидуального вклада каждого работника в общие итоги. Система стимулирования персонала нацелена на достижение

высоких производственных результатов и повышение производительности труда». Поэтому системе KPI-оценки уделяется большое внимание в ведущих компаниях России. Она позволяет не просто создать статистический отчетный шаблон о результатах деятельности компании, но и дает руководителям возможность оценить вклад каждого сотрудника, что впоследствии служит основанием для ходатайства о присвоении премий и надбавок. Такая система позволяет решить целый комплекс проблем, выявленных в органах государственной власти:

- отсутствие мотивации к рабочей деятельности вследствие низкой заработной платы;
- отсутствие механизмов привлечения и удержания сотрудников (отражается в нехватке более 35% кадров МЧС России);
- отсутствие стремления к профессиональному и личностному росту по месту работы ввиду отсутствия перспектив.

Вводя рассматриваемую систему в мотивационный цикл сотрудников органов государственной власти, перечисленные проблемные аспекты получится устранить в ближайшие сроки. Руководителям органов государственной власти при внедрении KPI-оценки необходимо разработать перечень аспектов (целесообразнее будет актуализировать проблемные области отдельных подразделений), за которые будут предусмотрены отдельные выплаты.

Как уже было сказано, существуют и нематериальные методики мотивации сотрудников. Стоит отметить, что ввиду нормативной деятельности и высокой загруженности государственных служащих в органах власти не всегда получается сохранить благоприятную рабочую атмосферу среди сотрудников. Из-за высокой загруженности и дублирования

обязанностей у них могут возникать характерные нервные срывы, а впоследствии и конфликтные ситуации. В связи с этим руководителям подразделений необходимо регулярно проводить неформальные мероприятия (вне рабочей деятельности) для сближения руководства и сотрудников и повышения уровня социально-психологического климата в коллективе. В ходе исследования было выделено несколько факторов, влияющих на благоприятную обстановку в коллективе: честность организации перед сотрудниками, четкая постановка целей и задач организации, доверие руководителей к сотрудникам, регулярная обратная связь, четкий карьерный рост, неформальные собрания.

В процессе совершенствования данного направления можно выделить следующие результаты: повышение качества профессиональной деятельности, стремление к профессиональному росту, согласованность с руководителями подразделений, четкое выполнение задач [6].

В работе был затронут вопрос социальных льгот государственных служащих. Действительно, в государственных органах процесс получения льгот качественно задокументирован, но некачественно проработан на практике. Получение отдельных видов льгот сопровождается множеством документации и отличается от других организаций в России тем, что процесс занимает колоссальное количество времени. В основном это затрагивает вопросы получения жилья, медицинского страхования и путевок в оздоровительные организации. Стоит сократить процедуры получения указанных и других социальных льгот, а также применить инструменты по доведению перечня социальных льгот, предоставляемых тому или иному государственному органу. Помимо этого, в государственных органах стоит

ввести систему поддержки многодетных и малообеспеченных семей, а также сотрудников, попавших в трудную жизненную ситуацию, и сопровождать это не единовременными выплатами, а проработать систему по регулярным выплатам.

В вопросе совершенствования системы мотивации государственных служащих необходимо затронуть систему образования. В соответствии со статистическими данными эта система предусмотрена как формальная, скорее всего, ввиду плановости образовательного процесса государственных служащих. Поэтому стоит предпринять меры по предоставлению выбора сотрудникам образовательных направлений, чтобы повысить эффективность образовательного процесса, т. к. при наличии мнения о формальности у них не будет никакой мотивации в данном образовании, а когда сотрудник сам будет принимать решение о необходимости образования, то тогда будет создаваться ощущение, что происходит развитие, и это будет сказываться на мотивации к профессиональному образовательному процессу.

Заключение

Оценивая современное состояние работы по основным направлениям мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации, можно выявить следующие положительные и отрицательные аспекты:

1. Положительные:

- стабильность положения, связанная со своевременной выплатой заработной платы;
- предоставление социальных гарантий;
- управленческий характер труда;

– получение профессионального опыта.

2. Отрицательные:

- низкий уровень оплаты труда;
- отсутствие перспектив должностного роста;
- сложная психологическая обстановка;
- сверхурочные нагрузки и жесткий график;
- текучесть кадров в органах власти.

В связи с этим были выявлены следующие проблемные аспекты в области мотивации государственных служащих в органах власти субъектов Российской Федерации:

- неравномерное соотношение оплаты труда с ответственностью, выполнением должностных обязанностей и результатами работы;
- отсутствие эффективных механизмов нематериальной мотивации;
- низкий уровень вовлеченности служащих в процессы принятия решений;
- слабая система профессионального развития.

На основании комплексного анализа системы мотивации государственных служащих в органах государственной власти субъектов Российской Федерации были выявлены перспективные направления ее оптимизации:

- внедрение KPI-оценки;
- нематериальные аспекты мотивации;
- упрощение получения социальных льгот;
- совершенствование системы образования.

Разобранные пути оптимизации системы мотивации государственных служащих направлены на повышение эффективности рабочей деятельности, снижение оттока кадров и формирование стремления к профессиональному и личностному развитию сотрудников.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. О государственном гражданской службе Российской Федерации : Федеральный закон № 79-ФЗ : текст с изменениями и дополнениями на 29 сентября 2025 г. : принят Государственной Думой 7 июля 2004 г. : одобрен Советом Федерации 15 июля 2004 г. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48601/ (дата обращения: 25.06.2026).
2. Масленникова Е. В., Татарина Л. Н. Развитие системы материального стимулирования государственных гражданских служащих // Вестник РУДН. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2018. № 4. С. 374–382. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemi-materialnogo-stimulirovaniya-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).
3. Шарин В. И. Долгосрочные мотивации на государственной гражданской службе // Управленческое консультирование. 2019. № 4. С. 10–18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dolgosrochnye-motivatsii-na-gosudarstvennoy-grazhdanskoy-sluzhbe/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).
4. Лобачёва Ю. Н. Анализ системы мотивации государственных гражданских служащих Российской Федерации // Вестник науки и образования. 2019. № 11-4 (65). С. 43–46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistemy-motivatsii-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih-rossiyskoy-federatsii/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).
5. Шарин В. И. Система мотивации профессиональной деятельности государственных гражданских служащих Российской Федерации // Human progress. 2019. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-motivatsii-professionalnoy-deyatelnosti-darstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih-rossiyskoy-federatsii/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).
6. Пономарева И. К., Акифьев И. В. Мотивация труда как фактор повышения эффективности процесса управления // Вестник ВСГУТУ. 2018. № 1 (68). С. 88–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/motivatsiya-truda-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-protsessa-upravleniya/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).
7. Воротников Р. А., Антошин В. А. Совершенствование системы мотивации государственных гражданских служащих // Экономика и социум. 2018. № 5 (48). С. 1813–1820. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-motivatsii-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih/viewer> (дата обращения: 25.06.2026).

References

1. The Russian Federation. Laws. On the State Civil Service of the Russian Federation : Federal Law № 79-FZ : text with amendments and additions as of September 29, 2025 : adopted by the State Duma on July 7, 2004 : approved by the Federation Council on July 15, 2004. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48601/ (date of access: 25.06.2026).
2. Maslennikova E. V., Tatarinova L. N. The development of a system of financial incentives for state civil servants // Bulletin of the Rudn University. Series: State and Municipal Administration. 2018. № 4. P. 374–382. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-sistemi-materialnogo-stimulirovaniya-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih/viewer> (date of access: 25.06.2026).

3. Sharin V. I. Long-term motivation in the civil service // Management consulting. 2019. № 4. P. 10–18. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dolgosrochnye-motivatsii-na-gosudarstvennoy-grazhdanskoy-sluzhbe/viewer> (date of access: 25.06.2026).

4. Lobacheva Yu. N. Analysis of the motivation system of state civil servants of the Russian Federation // Bulletin of Science and Education. 2019. № 11-4 (65). P. 43–46. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistemy-motivatsii-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih-rossiyskoy-federatsii/viewer> (date of access: 25.06.2026).

5. Sharin V. I. System of motivation of professional activity of state civil servants of the Russian Federation // Human progress. 2019. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-motivatsii-professionalnoy-deyatelnosti-darstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih-rossiyskoy-federatsii/viewer> (date of access: 25.06.2026).

6. Ponomareva I. K., Akifyev I. V. Labor motivation as a factor of increasing the efficiency of the management process // Bulletin of VSGUT. 2018. № 1 (68). P. 88–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/motivatsiya-truda-kak-faktor-povysheniya-effektivnosti-protssesa-upravleniya/viewer> (date of access: 25.06.2026).

7. Vorotnikov R. A., Antoshin V. A. Improving the motivation system for government civil servants // Economics and society. 2018. № 5 (48). P. 1813–1820. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sistemy-motivatsii-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih/viewer> (date of access: 25.06.2026).

Методология и технология профессионального образования

Влияние систематической игры в шахматы на развитие профессиональных качеств сотрудников МЧС

Сабуров Дмитрий Александрович

курсант факультета пожарной и техносферной безопасности, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
Vowasaburoffff@mail.ru

Петухова Татьяна Николаевна

научный руководитель, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры философии и гуманитарных наук, Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

Аннотация. Статья посвящена значению игры в шахматы в контексте развития профессионально значимых качеств сотрудников МЧС. Автор, имеющий продолжительный опыт участия в этом виде спорта, акцентирует внимание на формируемые качества, видя в игре мотивацию к служению и общественно полезной деятельности.

Цель работы — выявление возможностей систематической игры в шахматы при формировании ряда профессионально важных качеств (далее — ПВК) сотрудников МЧС.

Исследовательские задачи:

1. Выявить, какие основные ПВК должны быть сформированы у пожарных-спасателей.
2. Определить, какие из выделенных ПВК могут быть сформированы с помощью систематических занятий шахматами.

Ключевые слова: шахматы, сотрудники МЧС, профессионально значимые качества, служение

The impact of systematic chess play on the development of professional qualities among employees of the Ministry of Emergency Situations

Dmitry A. Saburov

cadet of the Faculty of Fire and Technosphere Safety, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg
Vowasaburoffff@mail.ru

Tatiana N. Petukhova

supervisor, Candidate of Law, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Philosophy and Humanities, UISFS of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg

Abstract. The article is devoted to the significance of playing chess in the context of developing professionally significant qualities of employees of the Ministry of Emergency Situations. The author, who has extensive experience in this sport, focuses on the qualities that are being formed, seeing the game as a motivation for service and socially useful activities.

The purpose of the work is to identify the possibilities of systematic chess playing in the formation of a number of professionally important qualities (hereinafter referred to as PVK) of employees of the Ministry of Emergency Situations.

Research objectives:

1. To identify the main PVK that should be developed in firefighters and rescue workers.
2. Determine which of the identified PVKs can be formed through systematic chess practice.

Keywords: chess, Ministry of Emergency Situations employees, professionally significant qualities, service

Введение

Актуальность рассмотрения шахматной игры как метода развития когнитивных навыков, стратегического мышления, творческого потенциала обусловлена давними традициями считать ее средством обучения военной аристократии, символом интеллекта и стратегического мышления. В современную эпоху игра стала общедоступной частью массовой культуры благодаря интернет-платформам, онлайн-турнирам, образовательным приложениям и виртуальным тренерам, объединяя людей разных возрастов, стран и профессий.

Следует отметить, что шахматы — это одна из древнейших интеллектуальных игр, сочетающая в себе элементы искусства, науки и спорта. Ее происхождение относят к VI веку н. э., когда в Индии появилась игра под названием чатуранга, символизирующая сражение четырех родов войск: пехоты, конницы, боевых слонов и колесниц. Со временем она распространилась в Персии, где получила название шатрандж, а после арабских завоеваний проникла и в Европу. К XV веку в Испании и Италии сформировались основные правила современных шахмат. В XIX веке началось развитие шахмат как официального вида спорта: появились международные турниры, система рейтингов и титулов.

Ход исследования

В XXI веке игра в шахматы приобретает более прикладное значение. Ее рассматривают как инструмент образования, воспитания, формирования личностных качеств, подчеркивая ее универсальный характер: для нее не требуется специальное оборудование или физическая подготовка — достаточно доски, набора фигур и партнера либо даже только смартфона, компьютера. Ее практический характер подчеркивается в ряде научных исследований:

– «Интеллектуальное развитие дошкольников посредством обучения игре в шахматы» (Ю. В. Михайлова) [1];

– «Влияние занятий шахматами на интеллект человека» (С. А. Полякова, Н. В. Блохина) [2];

– «Шахматная игра как средство развития психологических качеств студентов» (А. И. Алифиров, И. В. Михайлова, А. В. Зарывкина) [3];

– «Шахматная игра как средство самореализации и профилактики девиантного поведения подростков» (А. И. Конов) [4].

В контексте заявленной темы особый интерес вызывает влияние шахматных состязаний на развитие профессиональных качеств сотрудников МЧС. Для рассмотрения этого вопроса необходимо

определить, какими профессионально значимыми качествами они должны обладать.

Исходное положение: сотрудники МЧС выполняют служебные задачи в условиях повышенной опасности, что требует от них сформированности комплекса специфических профессионально важных качеств. Прежде всего, специалистам необходимо обладать высокой стрессоустойчивостью и эмоциональной стабильностью, позволяющими сохранять работоспособность и адекватность действий в условиях угрозы жизни, дефицита времени и психологического давления. Существенное значение имеет способность к быстрому и точному принятию решений: спасатель или пожарный обязан оперативно оценивать обстановку, выбирать оптимальный способ действий, корректировать тактические решения по мере изменения ситуации.

Не менее важным качеством является развитое внимание — как концентрация, так и устойчивость, — позволяющее эффективно работать в сложной обстановке при ограниченной видимости. Высокие требования предъявляются и к аналитическому мышлению: сотрудники МЧС должны уметь прогнозировать развитие чрезвычайной ситуации, оценивать риски и последствия, проводить логический анализ обстановки и выбирать наиболее безопасные и эффективные решения. Значимую роль играет и память: для успешного выполнения задач требуется оперативное запоминание параметров ситуации и точное воспроизведение регламентов, инструкций и алгоритмов действий.

Для выполнения спасательных работ необходимы развитая координация и скорость реакций, обеспечивающие точность и своевременность действий в экстремальной ситуации. Работники МЧС обязаны уметь взаимодействовать

в составе подразделения, что требует от них коммуникабельности, умения работать в команде, быстро передавать информацию и соблюдать должностную дисциплину. Профессиональная деятельность невозможна без высокого уровня самоконтроля: сотрудник должен сохранять хладнокровие, управлять эмоциями и избегать импульсивных решений.

Кроме того, специфика службы требует ответственности, дисциплинированности, способности к обучению и постоянной адаптации к новым видам техники, оборудования и тактических приемов. Важным является и развитие наблюдательности, необходимой для своевременного обнаружения скрытых угроз, признаков ухудшения обстановки или местонахождения пострадавших.

Ввиду вышесказанного, следует резюмировать, что профессиональная деятельность сотрудников МЧС основана на совокупности когнитивных, личностных и психофизиологических качеств, обеспечивающих успешное выполнение задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Группой специалистов Центра экстренной психологической помощи МЧС России проведены исследования и описаны профессионально важные качества респондентов со стажем службы более 10 лет (табл. 1) [5]. Экспертами выступили руководители подразделений ГИМС МЧС. Общее количество экспертов — 40 человек. По результатам изучения профессиональной деятельности специалистов ГИМС МЧС экспертами были подготовлены опросные листы с перечнем необходимых для эффективного осуществления профессиональных задач индивидуальных психологических качеств и степени их выраженности (табл.).

Таблица

Профессионально значимые качества и их выраженность

Профессионально важные качества	Выраженность
Базовый интеллект	Уровень выше средних значений
Гибкость мышления, подвижность и скорость переключения мыслительных процессов	Уровень выше средних значений
Объем внимания	Уровень выше средних значений
Концентрация внимания	Уровень выше средних значений
Распределение внимания	Уровень средних и выше средних значений
Переключение внимания	Уровень средних и выше средних значений
Устойчивость внимания	Уровень средних и выше средних значений
Избирательность внимания	Уровень средних и выше средних значений
Кратковременная память	Уровень выше средних значений
Долговременная память	Уровень выше средних значений
Оперативная память	Уровень выше средних значений
Реалистический стиль мышления	Наличие важно
Синтетический стиль мышления	Наличие важно
Аналитический стиль мышления	Наличие важно
Прагматический стиль мышления	Наличие важно
Идеалистический стиль мышления	Наличие возможно, но не обязательно
Коммуникативные склонности	Уровень выше средних значений
Организаторские склонности	Уровень средних и выше средних значений
Нервно-психическая устойчивость	Высокий уровень
Личностная тревожность	Низкий уровень
Интернальный локус контроля	Наличие важно и обязательно
Проявление лидерства в совместной деятельности	Уровень средних и выше средних значений
Мотивация на достижение	Наличие важно и обязательно

Обозначенные для службы компетенции могут быть сформированы и развиты посредством систематической игры в шахматы.

Регулярные занятия, анализ партий, целенаправленные тренировки способствуют развитию ряда когнитивных и поведенческих качеств, важных для сотрудников МЧС. Ниже приведены источники и результаты исследований, проводимые в заявленной тематике.

Регулярные занятия шахматами улучшают функции, связанные с планированием, подавлением импульсов, переключением внимания. Так, исследование «Влияние программы обучения шахматам на развитие исполнительных функций в начальной школе» [6] показало, что занятия шахматами у детей 7–16 лет дали улучшения в таких показателях, как гибкость, планирование, концентрация внимания, укрепление рабочей памяти. Полученные данные позволяют провести прямые параллели. Для сотрудника МЧС это способность выстраивать последовательность действий, адаптироваться к изменяющимся условиям, переключаться между задачами, оценивать нестандартные ситуации, прогнозировать риски.

Несмотря на то, что исследование проводилось на школьниках, исполнительные функции универсальны.

«Влияние шахмат на познание» [7]: исследование с применением теории графов к когнитивным данным, проводилось среди 19 взрослых, играющих в шахматы, и 19 не играющих. Испытуемые проходили 27 разных когнитивных тестов, среди которых тесты на внимание, планирование, наличие исполнительных функций, скорость обработки информации, память, визуально-пространственные способности. Результаты переведены в когнитивный граф каждого человека. Эти исследования показали,

что шахматы развивают именно те способности, которые нужны спасателю:

- планирование: спасатель должен быстро выстроить план действий. У шахматистов эта функция одна из самых развитых;

- внимание: необходимо держать в поле зрения много параметров. Шахматисты показывают усиленные центры внимания;

- исполнительный контроль: контроль эмоций, подавление импульсивных действий. У шахматистов эта способность входит в ключевые узлы когнитивной сети;

- скорость обработки информации: при работе в чрезвычайных ситуациях нужно быстро оценивать угрозы. Исследование показало, что шахматисты быстрее и точнее обрабатывают данные.

Также игроки (207 взрослых шахматистов) отмечают улучшение когнитивных функций вследствие систематических тренировок:

- 84 % респондентов отметили улучшение концентрации;

- 72 % — повышение стрессоустойчивости;

- 65 % — улучшение способности к планированию и анализу;

- 59 % — рост уверенности в принятии решений.

Люди, регулярно играющие в шахматы, выше оценивают свои способности к самоконтролю и рациональному мышлению, что также положительно сказывается на их самооценке.

Проведенный в 2025 г. мини-опрос среди 55 курсантов Уральского института ГПС МЧС России подтвердил результаты и выводы предыдущих исследований: 99 % респондентов считают, что игра в шахматы способствует формированию профессионально значимых качеств и развивает когнитивные способности сотрудников МЧС.

Заключение

Игра в шахматы имеет давнюю историю развития и проверенную временем профессионализацию. Внедрение в процесс обучения на систематической основе этой игры будет способствовать формированию интеллектуальных, аналитических

и когнитивных способностей курсантов и сотрудников МЧС, что, несомненно, скажется на развитии необходимых для исполнения служебных обязанностей профессионально значимых качеств, среди которых планирование, внимание, исполнительный контроль, рациональное мышление, прогнозирование риска.

Список источников

1. Михайлова Ю. В. Интеллектуальное развитие дошкольников посредством обучения игре в шахматы // Молодой ученый. 2015. № 22.4 (102.4). С. 43–48.
2. Полякова С. А., Блюхина Н. В. Влияние занятий шахматами на интеллект человека // Российская академия естествознания : [сайт]. 2021. URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018026584?ysclid=mhzbck3sq787729928> (дата обращения: 10.11.2025).
3. Алифиров А. И., Михайлова И. В., Зарывкина А. В. Шахматная игра как средство развития психологических качеств студентов // Актуальные проблемы развития современной науки и образования : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Москва, 30 апреля 2015 г. Москва : АР-Консалт, 2015. С. 10–12.
4. Конов А. И. Шахматная игра как средство самореализации и профилактики девиантного поведения подростков // Продленка.org. 2013. URL: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabotki/19274-statja-shahmatnaja-igrakak-sredstvo-samoreali> (дата обращения: 12.10.2025).
5. Тарасова А. А. Структура профессионально важных качеств специалистов Государственной инспекции по маломерным судам МЧС России / А. А. Тарасова, Ю. С. Шойгу // Национальный психологический журнал. 2020, № 1 (37), С. 99–106.
6. Бэйг М., Ростан К., Саурина К. Влияние программы обучения шахматам на развитие исполнительных функций у учащихся начальной школы // Psicologia Educativa. 2025. № 2. С. 83–90.
7. Влияние шахмат на когнитивные способности: исследование когнитивных данных с помощью теории графов / Л. Гонсалес-Бургос [и др.] // Frontiers in Psychology. 2024. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2024.1407583/full> (дата обращения: 17.10.2025).

References

1. Mikhailova Yu. V. Intellectual development of preschoolers through teaching chess // Young Scientist. 2015. № 22.4 (102.4). P. 43–48.
2. Polyakova S. A., Blyukhina N. V. The influence of chess on human intelligence // Russian Academy of Natural Sciences : [website]. 2021. URL: <https://scienceforum.ru/2021/article/2018026584?ysclid=mhzbck3sq787729928> (date of access: 11.10.2025).

3. Alifirov A. I., Mikhailova I. V., Zaryvkina A. V. The chess game as a means of developing the psychological qualities of students // Actual problems of the development of modern science and education : a collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical Conference, Moscow, April 30, 2015 Moscow : ART-Consult, 2015. P. 10–12.

4. Konov A. I. Chess game as a means of self-realization and prevention of deviant behavior of adolescents // Prodlenska.org. 2013. URL: <https://www.prodlenska.org/metodicheskie-razrabotki/19274-statja-shahmatnaja-igrakak-sredstvo-samoreali> (date of access: 12.10.2025).

5. Tarasova A. A., Shoigu Yu. S. The Structure of Professionally Important Qualities of Specialists of the State Inspectorate for Small Vessels of the Ministry of Emergency Situations of Russia // National Psychological Journal. 2020. № 1 (37). P. 99–106.

6. Baig M., Rostan C., Saurina C. The influence of the chess training program on the development of executive functions in elementary school students // Psicologia Educativa. 2025. № 2. P. 83–90.

7. The impact of chess on cognitive abilities: a study of cognitive data using graph theory / L. Gonzalez-Burgos et al. // Frontiers in Psychology. 2024. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1407583> (date of access: 17.10.2025).

