
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Научная статья

УДК 614.844; DOI: 10.61260/2304-0130-2025-1-9-12

МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА НА РАННЕЙ СТАДИИ ЕГО РАЗВИТИЯ В ОБЩЕСТВЕННОМ ЗДАНИИ

Терехин Сергей Николаевич;

✉ Гаврилов Денис Александрович.

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

✉ tolko.don@mail.ru

Аннотация. Описана методика определения пожара на ранней стадии и меры по его ликвидации в общественных зданиях. Представлена система искусственного интеллекта, сочетающая датчики тепла, дыма и обработку изображений с камер. Методика прошла модельные исследования и показала свою эффективность.

Особое внимание уделено алгоритмам анализа данных, которые позволяют снизить вероятность ложных срабатываний и повысить скорость реакции. Рассмотрены ключевые этапы обнаружения возгорания, классификации угроз и принятия решений. Также приведены результаты тестирования в реальных условиях, демонстрирующие высокую точность работы системы. Обсуждаются перспективы интеграции технологии с существующими противопожарными системами и её возможное применение в крупных общественных и административных зданиях.

Ключевые слова: пожарная безопасность, анализ, обнаружение и ликвидация пожара, система мониторинга, искусственный интеллект, автоматизация

Для цитирования: Терехин С.Н., Гаврилов Д.А. Методика обнаружения и ликвидации пожара на ранней стадии его развития в общественном здании // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2025. № 1. С. 9–12. DOI: 10.61260/2304-0130-2025-1-9-12.

Введение

Обеспечение пожарной безопасности в общественных зданиях является одной из наиболее актуальных задач на сегодняшний день. Задержка в обнаружении пожара может привести к серьёзным последствиям: утрате имущества, потере человеческих жизней, ухудшению состояния окружающей среды.

Пожарная безопасность является важным элементом обеспечения защиты как общественных, так и промышленных объектов. В России ее регулирование осуществляется в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Закон определяет основные принципы и правила обеспечения пожарной безопасности, устанавливает обязанности государственных органов, организаций и граждан в данной сфере, а также регламентирует порядок проведения пожарно-технического минимума и другие меры, направленные на предупреждение пожаров [1].

Для решения этих задач требуется разработка комплексных методов и систем, способных вовремя определять признаки возгорания и немедленно уведомлять операторов и пожарные службы.

Целью исследования является разработка методики обнаружения и ликвидации пожара в общественных зданиях на ранней стадии путём сочетания различных технологий и методов обработки данных.

Стадии обнаружения и ликвидации пожара

Развитие пожара включает три стадии, каждая из которых имеет определенную важность в процессе распространения огня. На начальном этапе возгорание можно ликвидировать оперативно и эффективно, если заранее разработаны четкие меры. Алгоритм действий при пожаре на ранней стадии содержит пошаговые инструкции для сотрудников, что позволяет им быстро и безопасно реагировать на возникновение угрозы [2].

Основные признаки ранней стадии пожара [3]:

- дым;
- запах гари;
- повышение температуры;
- шум;
- пламя или искры;
- изменения в обстановке;
- изменение освещения.

Раннее выявление этих признаков позволяет оперативно принимать меры для ликвидации пожара и минимизации его последствий. Разработка эффективной методики борьбы с огнем на начальной стадии играет ключевую роль в обеспечении безопасности жизни и имущества. Пожар может возникнуть в любой момент, поэтому крайне важно иметь подготовленный план действий для быстрого реагирования и предотвращения больших потерь. Эффективные действия в первые минуты возгорания могут значительно снизить потенциальный ущерб и сохранить жизни [2].

Для построения системы обнаружения и ликвидации пожара были применены следующие компоненты:

- использование современных технологий обнаружения пожара, таких как тепловые и дымовые датчики, а также интеллектуальные системы, способные анализировать параметры окружающей среды [4];
- камеры видеонаблюдения с обработкой изображений на базе искусственного интеллекта (ИИ) (обнаружение дыма и огня) [5];
- использование автоматизированных систем пожаротушения на основе инертных газов, таких как аргон и азот, которые эффективно подавляют горение, не причиняя вреда оборудованию и людям [6];
- аналитическое программное обеспечение для объединения данных с датчиков и камер с целью повышения точности распознавания пожара [7].

Основное внимание уделяется применению высокочувствительных датчиков и систем раннего обнаружения, включая анализ концентрации продуктов горения, автоматическому запуску газового пожаротушения для предотвращения распространения огня, а также разработке интегрированных систем мониторинга, которые позволяют снизить время реакции на пожар [8]. Этапы методики представлены в таблице [9, 10]:

Таблица

Этапы методики обнаружения и ликвидации пожара на ранней стадии его развития общественного здания

№ п/п	Этап	На данном этапе проводится
1.	Установка системы датчиков и камер в критических точках общественного здания	Определение наиболее уязвимых зон здания (места скопления людей, складские помещения, технические зоны)
		Монтаж датчиков дыма, температуры, пламени и газового анализа для обнаружения признаков возгорания
		Установка камер видеонаблюдения с поддержкой высокочувствительных сенсоров и функций ночного видения для постоянного мониторинга
		Интеграция всех устройств в единую сеть, обеспечивающую передачу данных в реальном времени

№ п/п	Этап	На данном этапе проводится
2.	Настройка алгоритмов ИИ для анализа изображений и данных в реальном времени (на этом этапе используются технологии машинного обучения и обработки больших данных)	Разработка алгоритмов распознавания признаков пожара, включая дым, изменение температуры, появление пламени и аномальные движения
		Обучение ИИ-системы на основе различных сценариев возгорания, чтобы минимизировать ложные срабатывания
		Настройка системы автоматической классификации угроз для определения степени риска и масштабов потенциального пожара
3.	Разработка протоколов уведомления операторов и активации систем пожаротушения (направлены на создание четкой схемы взаимодействия всех элементов системы)	Определение приоритетов уведомлений (операторы, службы безопасности, системы оповещения людей)
		Настройка сигналов тревоги, включающая звуковое, визуальное и текстовое оповещение в случае пожара
		Автоматизация активации систем пожаротушения, таких как водяные, пенные или газовые установки, с учетом характера возгорания и безопасности людей
		Интеграция системы с локальными и централизованными службами экстренного реагирования
4.	Тестирование системы на симуляторах пожара	Проведение имитаций различных сценариев пожара (например, возгорание на кухне, короткое замыкание в электропроводке, поджог)
		Проверка корректности работы датчиков, камер и алгоритмов ИИ при обнаружении угроз
		Оценка времени реакции системы от момента обнаружения пожара до оповещения операторов и активации систем пожаротушения
		Анализ полученных данных и устранение возможных ошибок или задержек в работе системы

Данные этапы формируют комплексный подход к разработке эффективной методики обнаружения и ликвидации пожаров на ранних стадиях их развития в общественных зданиях [9].

В результате тестирования предложенной методики были получены следующие данные:

- среднее время обнаружения пожара составило 8 сек. с момента появления первых признаков возгорания;
- точность распознавания пожара на основе комбинированных данных достигла 97 %;
- время активации систем автоматического тушения составило менее 15 сек. после подтверждения пожара.

Пример работы системы показан на рисунке: демонстрируется снижение времени реагирования по сравнению с традиционными системами.

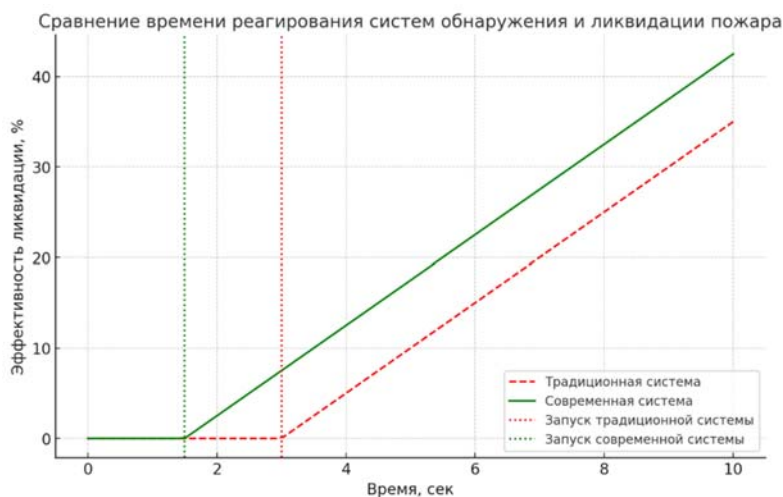


Рис. Сравнение времени реагирования систем обнаружения и ликвидации пожара

Современная система запускается быстрее (через 1,5 сек.), в то время как традиционная реагирует только через 3 сек. Использование современной системы позволяет быстрее ликвидировать пожар, минимизируя возможные потери.

Заключение

Использование комбинированного подхода позволило минимизировать количество ложных срабатываний благодаря синергии данных с различных источников. Наибольшая сложность была связана с обучением алгоритмов ИИ для работы в условиях задымлённости и низкой освещённости. Тем не менее разработанная система показала свою надёжность и применимость в реальных условиях.

Таким образом, представленная методика обнаружения и ликвидации пожара на ранней стадии доказала свою эффективность. Использование интеллектуальных систем позволяет значительно снизить риски и ущерб от пожаров в общественных зданиях. В дальнейших исследованиях планируется адаптация системы для использования в жилых домах и промышленности.

Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
2. МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/> (дата обращения: 27.01.2025).
3. Иванов А.А., Петров Б.Б. Системы пожарной безопасности: современные подходы // Пожарная и аварийная безопасность: сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. Иваново, 2023. С. 9–12.
4. Громов Л.М. Пожарная безопасность общественных зданий: практика и методология. Новосибирск: Наука и практика, 2021. 300 с.
5. Иванов А.П. Методы раннего обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях. М.: Академии ГПС МЧС России, 2020. 345 с.
6. Беляев Ю.В. Инновационные технологии пожаротушения с использованием газовых систем. М.: Технополис, 2021. 240 с.
7. Николаев С.Т. Методические подходы к ликвидации пожаров на начальной стадии их развития. Воронеж: ВГАСУ, 2020. 210 с.
8. ISO 7240-1. Fire detection and alarm systems. General requirements. URL: <https://www.iso.org/standard/79791.html> (дата обращения: 25.01.2025).
9. Чернов Д.А., Павлова И.Г. Пожарная безопасность зданий: нормативные требования и практическая реализация. Н. Новгород: ННГАСУ, 2022. 180 с.
10. Smith J., Doe J. Fire detection technologies in smart buildings // Journal of safety engineering. 2022. Vol. 14. № 11.

Информация о статье: статья поступила в редакцию: 24.02.2025; принята к публикации: 25.03.2025

Информация об авторах:

Терехин Сергей Николаевич, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), доктор технических наук, доцент, e-mail: expert_terehin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1478-8129>, SPIN-код: 9342-2440

Гаврилов Денис Александрович, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: tolko.don@mail.ru