

Научная статья
УДК 614.842.4.
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.41.25.016

Совершенствование подходов к оповещению и управлению эвакуацией при пожаре в зданиях с массовым пребыванием людей через интеграцию адаптивных систем на примере технологии «Нить Ариадны»

Дмитрий Иванович Шторг¹
Дмитрий Владимирович Седов²

¹Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Алтайскому краю, Барнаул, Россия

²Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Дмитрий Владимирович Седов, sedov_irk@list.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема, обусловленная растущей необходимостью повышения эффективности систем противопожарной защиты в зданиях с массовым пребыванием людей. Существующие традиционные системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) демонстрируют недостаточную адаптивность и надёжность в условиях реального пожара, что подтверждается статистикой гибели людей при чрезвычайных ситуациях. Внедрение инновационных технологий в сфере пожарной безопасности становится важным в связи с увеличением количества многофункциональных комплексов и объектов с массовым пребыванием людей, необходимостью обеспечения безопасной эвакуации в условиях динамично меняющейся обстановки при пожаре, потребностью в системах с повышенной адаптивностью и отказоустойчивостью, важностью минимизации человеческого фактора при принятии решений в экстренных ситуациях. Разработка и внедрение адаптивных СОУЭ на основе технологии «Нить Ариадны» представляет собой перспективное направление, способное существенно повысить уровень пожарной безопасности объектов и эффективность процесса эвакуации. В статье анализируется эффективность применения данной технологии в сравнении с традиционными методами автоматического управления процессом эвакуации. Особое внимание уделяется практическим аспектам внедрения системы, её техническим характеристикам, преимуществам и недостаткам. Цель исследования заключается в комплексной оценке эффективности применения системы оповещения и управления эвакуацией на основе инновационной технологии «Нить Ариадны» в зданиях с массовым пребыванием людей, а также в определении потенциала её внедрения для повышения уровня пожарной безопасности объектов. Методы исследования: системный анализ существующих СОУЭ с применением методов сравнительной оценки технических характеристик и эксплуатационных параметров, экспертные оценки специалистов в области пожарной безопасности относительно потенциала внедрения и эксплуатации новой технологии, сравнительный анализ показателей эффективности традиционной и инновационной систем оповещения и управления эвакуацией.

Ключевые слова: пожар, эвакуация, пожарная безопасность, системы оповещения и управления эвакуацией, технология «Нить Ариадны»

Для цитирования: Шторг Д.И., Седов Д.В. Совершенствование подходов к оповещению и управлению эвакуацией при пожаре в зданиях с массовым пребыванием людей через

интеграцию адаптивных систем на примере технологии «Нить Ариадны» // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 4 (39). С. 211-219.
<https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.41.25.016>.

Original article.

Improving approaches to notification and evacuation management in case of fire in buildings with a large number of people through the integration of adaptive systems using the example of Ariadne's Thread technology

Dmitry I. Shtorg¹

Dmitry V. Sedov²

¹*Crisis Management Center of the Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Altai Krai, Barnaul, Russia*

²*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

Corresponding author: Dmitry V. Sedov, sedov_irk@list.ru

Abstract. This article examines a pressing issue arising from the growing need to improve the effectiveness of fire protection systems in buildings with large numbers of people. Existing traditional public address and evacuation control systems (PECS) demonstrate insufficient adaptability and reliability in real-life fire conditions, as evidenced by fatality statistics in emergency situations. The introduction of innovative fire safety technologies is becoming increasingly important due to the increasing number of multifunctional complexes and facilities with large numbers of people, the need to ensure safe evacuation in dynamically changing fire conditions, the need for systems with increased adaptability and fault tolerance, and the importance of minimizing the human factor in emergency decision-making. The development and implementation of adaptive PECS based on Ariadne's Thread technology represents a promising approach capable of significantly improving the level of fire safety at facilities and the effectiveness of the evacuation process. The article analyzes the effectiveness of this technology in comparison with traditional methods of automatic evacuation control. Particular attention is paid to the practical aspects of system implementation, its technical characteristics, advantages, and disadvantages. The purpose of the study is to comprehensively evaluate the effectiveness of a public address and evacuation management system based on the innovative «Ariadne's Thread» technology in buildings with large numbers of people, as well as to determine the potential for its implementation to improve the fire safety of facilities. Research methods include a system analysis of existing public address and evacuation management systems using methods for comparative evaluation of technical characteristics and operational parameters, expert assessments by fire safety specialists regarding the potential for implementing and operating the new technology, and a comparative analysis of the performance indicators of traditional and innovative public address and evacuation management systems.

Keywords: fire, evacuation, fire safety, warning and evacuation management systems, Ariadne's Thread technology

For citation: Shtorg D.I., Sedov D.V. Improving approaches to notification and evacuation management in case of fire in buildings with a large number of people through the integration of adaptive systems using the example of Ariadne's Thread technology // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 4 (39). С. 211-219. (In Russ.)
<https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.41.25.016>.

Введение

Обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре в зданиях с массовым пребыванием является достаточно важной и актуальной задачей. На данных объектах угроза причинения вреда жизни и здоровью при пожаре возрастает кратно. Этому способствуют повышенное влияние человеческого фактора (нарушение правил противопожарного режима), наличие условий для возникновения и развития пожара (горючая отделка, временная пожарная нагрузка, электроприборы и освещение), высокая плотность людского потока, недостаточность средств для спасения людей, большая протяженность путей эвакуации, невозможность применения для спасения имеющихся гарнизонах автолестниц, интенсивное распространение по вертикали пламени и дыма, выход из строя лифтов для перевозки пожарных подразделений, неработающие системы противопожарной защиты и др. При этом количество погибших людей при пожарах на объектах с массовым пребыванием людей, по данным МЧС России [1], в последнее время возрастает (Рис.1).

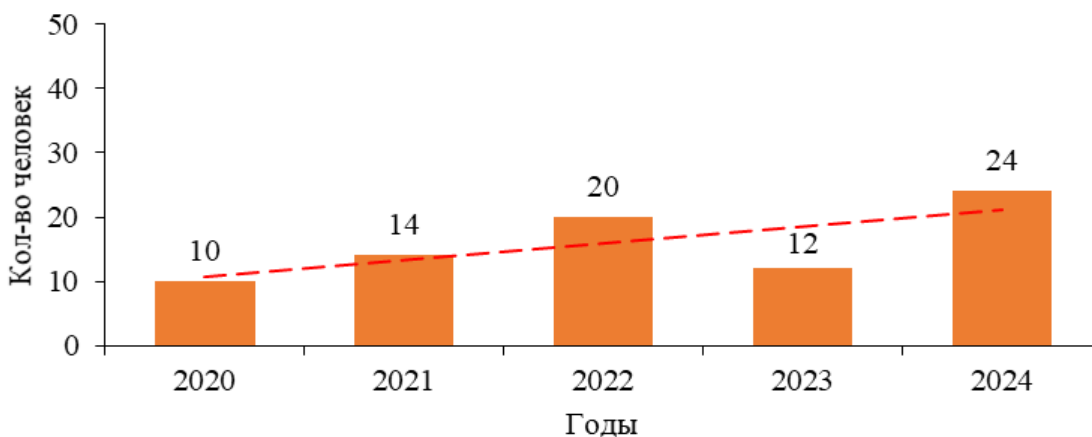


Рис.1. Динамика гибели людей от пожаров на объектах с массовым пребыванием людей в России

Внедрение систем пожарной автоматики является одной из важнейших мер, направленных на минимизацию ущерба и сохранение человеческих жизней [2]. Проведенный анализ статистических данных об эффективности работы систем пожарной автоматики при пожарах в период 2020–2024 гг. [1] показал, что частота эффективной работы данных систем составляет в среднем 84 % (Рис.2). В 26 % случаев системы демонстрируют неэффективность, связанную либо с техническими отказами, либо с нарушениями правил эксплуатации. Таким образом, совершенствование систем пожарной автоматики на современном этапе остается весьма актуальным [3]. Тем более, в настоящее время для этого существуют предпосылки в виде новых технологий.



Рис.2. Эффективность работы систем пожарной автоматики

при пожарах в период 2020–2024 гг.

Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в комплексной оценке эффективности применения системы оповещения и управления эвакуацией на основе инновационной технологии «Нить Ариадны» в зданиях с массовым пребыванием людей, а также в определении потенциала её внедрения для повышения уровня пожарной безопасности объектов.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи исследования:

1. провести анализ существующих традиционных систем оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) с выявлением их основных недостатков и ограничений;
2. исследовать принципиальные особенности и функциональные возможности СОУЭ на базе технологии «Нить Ариадны»;
3. выполнить сравнительный анализ технических характеристик и эксплуатационных параметров традиционной и инновационной систем оповещения;
4. оценить эффективность адаптивного управления эвакуацией при использовании технологии «Нить Ариадны»;
5. выявить преимущества и ограничения применения новой технологии.

Методы исследования

Методы исследования в рамках данной работы включают: системный анализ существующих СОУЭ с применением методов сравнительной оценки технических характеристик и эксплуатационных параметров, экспертные оценки специалистов в области пожарной безопасности относительно потенциала внедрения и эксплуатации новой технологии, сравнительный анализ показателей эффективности традиционной и инновационной систем оповещения и управления эвакуацией.

Состояние проблемы

Проводимые в настоящее время исследования демонстрируют определенный потенциал развития систем противопожарной защиты на основе различных инновационных технологий. Особое внимание уделяется беспроводным решениям, адаптивным системам управления эвакуацией и интеллектуальным комплексам на базе BIM-моделирования.

Авторы статьи [2] рассматривают вопросы применения беспроводных технологий при противопожарной защите зданий, выявляют преимущества инновационных беспроводных решений, в частности, простоту монтажа и обслуживания, возможность быстрой модернизации, высокую надежность работы, снижение затрат на эксплуатацию.

В статье [3] рассматриваются перспективы внедрения беспроводных технологий в современные системы противопожарной защиты, проводят обзор существующих беспроводных технологий, анализ их применимости, оценку экономической целесообразности внедрения, предлагают рекомендации по использованию. Подчеркивают, что беспроводные системы обладают значительным потенциалом для повышения эффективности пожарной защиты, особенно для сложных архитектурных объектов и при необходимости быстрой модернизации существующих систем.

Авторы статьи [5] описывают процесс создания практической обучающей установки, которая наглядно демонстрирует работу беспроводных систем пожарной безопасности.

В работе [6] исследуются современные адаптивные системы управления эвакуацией, которые способны динамически изменять маршруты эвакуации в зависимости от развития пожара и задымления в здании. Основное внимание уделяется оценке эффективности таких систем в условиях сложной планировки многофункциональных комплексов. В статье представлены результаты моделирования работы адаптивных систем в различных сценариях

развития пожара. Автор делает вывод о перспективности применения таких систем для повышения пожарной безопасности современных многофункциональных комплексов.

В статье [7] рассматривается идея использовать принцип «нити» как основу для создания адаптивных систем управления эвакуацией, которые обеспечивают непрерывную связь между точками эвакуации, позволяют динамически корректировать маршруты, гарантируют безопасность движения людей, интегрируются с другими системами безопасности.

В статье [8] рассматривается система управления эвакуацией людей с использованием распределённой обработки данных с датчиков. Авторы предлагают технологию, основанную на сети датчиков, которые собирают информацию о плотности потока людей, скорости движения, направлениях эвакуации, условиях в различных зонах здания.

Автор статьи [9] рассматривает актуальные проблемы управления экстренной эвакуацией людей из зданий при пожаре и предлагает комплекс мер по совершенствованию системы эвакуации, который включает модернизацию систем оповещения, оптимизацию маршрутов эвакуации, улучшение подготовки персонала, внедрение современных технических средств контроля.

В статье [10] рассматривается применение BIM-моделирования для создания системы интеллектуального управления эвакуацией людей при пожаре. В частности, предлагается система, которая, используя BIM-модели зданий, позволяет автоматически рассчитывать маршруты эвакуации, прогнозировать распространение продуктов горения, координировать действия людей при эвакуации.

В целом, анализируя современное состояние развития инновационных систем противопожарной защиты, можно подчеркнуть, что наиболее эффективные системы, способные оперативно реагировать на изменение ситуации при пожаре и обеспечивать безопасность людей, будут создаваться на основе интеграции различных технологических подходов.

Результаты и обсуждение

Традиционные проводные СОУЭ основаны на стационарных световых указателях «Выход» и звуковых оповещателях. Фундаментальный недостаток данных систем заключается в статичности и отсутствии адаптивности. Данные системы указывают единственный, заранее заданный путь эвакуации, который в условиях реального пожара может быть заблокирован опасными факторами пожара, превратившись из пути спасения в ловушку.

Одним из наиболее перспективных современных решений для повышения эффективности работы СОУЭ является беспроводная технология «Нить Ариадны», разрабатываемая отечественной компанией «Аргус-Спектр» [4]. Первые публикации и опытные образцы данной технологии появились около 2017–2018 гг. [2]. Серийное производство и активное продвижение на рынок начались в последние три года. Несмотря на свой потенциал, технология еще не получила повсеместного распространения.

«Нить Ариадны» – не просто коммерческое название продукта, а новая концепция динамического и адаптивного управления эвакуацией людей при пожаре. Название технологии отсылает к древнегреческому мифу, в котором Ариадна преподнесла герою Тесею клубок нити, который помог ему найти выход из лабиринта после победы над Минотавром. В разрезе пожарной безопасности данной «спасительной нитью» становится динамически изменяющийся световой и звуковой путь, который ведет людей из опасной зоны к доступному эвакуационному выходу, «разматываясь» в реальном времени в зависимости от фактической динамики развития пожара (Рис.3).

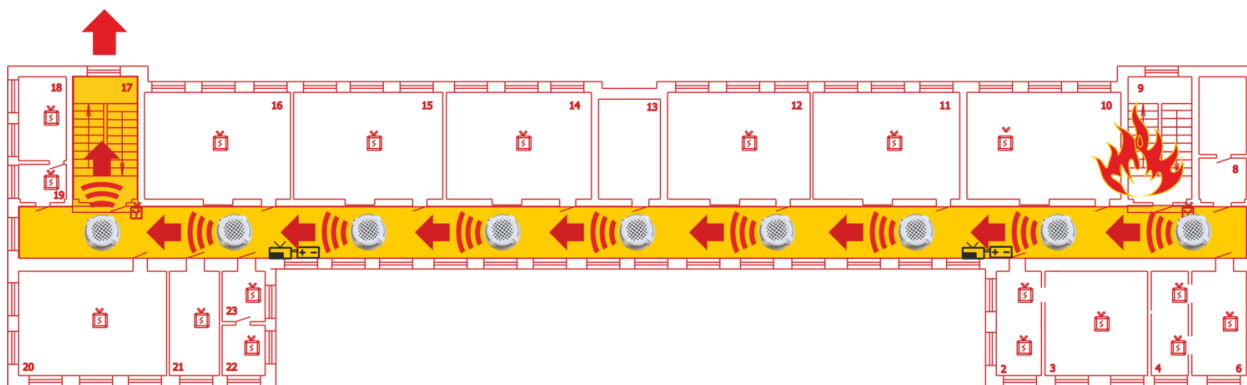


Рис.3. Пример светозвуковой дорожки, формируемой СОУЭ по технологии «Нить Ариадны»

СОУЭ по технологии «Нить Ариадны» представляет собой качественно новый подход к организации процесса эвакуации. Ее инновационные характеристики и преимущества можно разделить на несколько ключевых групп.

1. Адаптивное управление эвакуацией. СОУЭ по технологии «Нить Ариадны» реализует динамическое управление эвакуацией, превосходя возможности традиционных систем. В отличие от статических указателей направления эвакуации, система формирует адаптивные маршруты в реальном времени на основе информации от сети извещателей, обеспечивая оптимальное перераспределение потоков людей.

2. Мультисенсорное оповещение. Система задействует слуховой, зрительный и подсознательный каналы восприятия человека. Интегрированное воздействие включает голосовые инструкции, визуальные световые дорожки, направленную генерацию «белого шума» (создает подсознательное стремление двигаться в противоположном направлении). Многоканальный подход гарантирует, что информация будет воспринята, в том числе слабослышащими и слабовидящими людьми, а также людьми, находящимися в состоянии стресса.

3. Технологические преимущества. Беспроводная архитектура системы существенно упрощает процесс внедрения, особенно на объектах с ценными интерьерами и памятниках архитектуры. Монтаж осуществляется без масштабных строительных работ, обеспечивая сокращение сроков установки на 60–70 % по сравнению с проводными системами [3].

4. Надежность и автономность. Каждый компонент системы обладает энергонезависимостью и работает от встроенного источника питания. Сетевая архитектура гарантирует отказоустойчивость: выход из строя отдельных элементов не влияет на функционирование всей системы. Современные алгоритмы анализа минимизируют вероятность ложных срабатываний.

5. Интеграционные возможности. Система выступает ядром комплексной безопасности, обеспечивая точную локализацию очага возгорания и передачу данных в режиме реального времени. Интеграция с диспетчерскими службами и подразделениями МЧС России повышает эффективность реагирования на возникновение пожара, а возможность записи индивидуальных голосовых сообщений адаптирует систему под специфику конкретного объекта.

Работа системы основана на использовании беспроводного комплексного пожарного прибора «Аврора-ДИР» (Рис.4). Прибор «Аврора-ДИР» представляет собой совокупность пожарного радиоканального извещателя и автономного дымового оповещателя световой, звуковой и речевой сигнализации. Прибор «Аврора-ДИР» является высокочувствительным и надежным в работе, не допускает ложных срабатываний, имеет возможность записи речевых сообщений для конкретного объекта. При возникновении пожара и появлении дыма прибор определяет его наличие в воздухе, передает информацию на контрольный прибор и активирует речевое сообщение – «Внимание! В здании пожар! Следуйте за световой и звуковой индикацией!». Одновременно с этим призывом прибор воспроизводит шумовые сигналы

и вспышки, которые создают звуковую волну («белый шум») и световую дорожку, указывающие направление безопасного выхода из зоны пожара. При необходимости система может изменить направление звуковой волны и световой дорожки к другому эвакуационному выходу [5].



Рис. 4. Беспроводной комплексный пожарный прибор «Аврора-ДИР»

Применение СОУЭ по технологии «Нить Ариадны» в зданиях с массовым пребыванием людей позволит не только повысить надежность данной системы, но и увеличить эффективность ее работы благодаря своевременному и адаптивному управлению процессом эвакуации [6]. Кроме того, за счет точного определения локализации горения данная система способствует более слаженным действиям противопожарных подразделений в период тушения пожара. Это, в свою очередь, позволит сократить время тушения и уменьшить причиняемый пожаром ущерб, сократить количество пострадавших.

Анализ недостатков системы

Как было указано выше, технология «Нить Ариадны» еще не получила повсеместного внедрения. Возможными причинами этого являются следующие. Во-первых, современные нормативные документы в области проектирования систем противопожарной защиты [11–13] ориентированы преимущественно на традиционные решения. Динамический принцип управления эвакуацией требует их актуализации. Во-вторых, несмотря на сокращение затрат на монтажные работы, стоимость оборудования беспроводной адаптивной системы может превышать стоимость традиционных проводных решений аналогичной площади покрытия. Необходим детальный анализ экономической эффективности внедрения технологии. В-третьих, при внедрении технологии на объектах с массивными перегородками возникает потребность в дополнительном проектировании сети связи и установке ретрансляторов для обеспечения устойчивого взаимодействия между компонентами системы. В-четвертых, относительная новизна технологии обуславливает отсутствие обширной статистической базы по длительной эксплуатации (более 10 лет) в различных условиях, что может выступать сдерживающим фактором при принятии решения о внедрении технологии потенциальными заказчиками [7].

Заключение

Таким образом, существующие системы СОУЭ требуют модернизации с учётом современных реалий. Внедрение инновационной технологии «Нить Ариадны» открывает новые перспективы в области управления эвакуацией людей, позволяет существенно оптимизировать маршруты их движения, обеспечивать своевременное информирование о меняющейся обстановке, доступных эвакуационных выходах, что минимизирует вероятность выбора неверного направления движения, а также угрозы возникновения паники и давок. Проводимое нами исследование демонстрирует значительный потенциал технологии «Нить Ариадны» в повышении эффективности систем СОУЭ в зданиях с массовым пребыванием людей. Инновационный подход, основанный на динамическом управлении потоками людей и мультисенсорном оповещении, обеспечивает существенное повышение безопасности

по сравнению с традиционными системами. Несмотря на ограничения, связанные с нормативной базой и капитальными затратами, преимущества технологии очевидны. Дальнейшее развитие и совершенствование технологии может стать важным шагом в повышении уровня противопожарной защищенности зданий с массовым пребыванием людей.

В рамках дальнейших исследований планируется разработать рекомендации по оптимальному внедрению инновационной системы с учётом специфики объектов с массовым пребыванием людей.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2024 г. Статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. – 112 с.
2. Левчук С.А., Левчук М.С., Кокшин В.В., Павлов А.М. Пожаротушение без проводов: экономика и надежность // XXIX Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Балашиха, 2017. – Ч. 2. – С. 358–361.
3. Сергиенко А.А., Петров Д.И. Перспективы применения беспроводных технологий в системах пожарной сигнализации и оповещения // Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31. – № 5. – С. 45–53.
4. Стрелец Про: Радиоканальные системы // Официальный сайт компании «Аргус-Спектр». – URL: <https://argus-spectr.ru> (Дата обращения: 10.10.2025).
5. Митушки К.В., Сорокин Д.В. Разработка учебного стенда радиоканальной системы пожарной сигнализации // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сб. материалов XII Всеросс. науч.-практ. конф. – Иваново, 2025. – С. 245–249.
6. Иванов В.С. Анализ эффективности адаптивных систем управления эвакуацией при пожаре в многофункциональных зданиях // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20. – № 4(76). – С. 32–39.
7. Кравченко И.И. Мифологема «Нить Ариадны» как концептуальная основа для проектирования систем безопасности сложных объектов // Наука и образование в современном мире: сб. статей по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. – 2024. – С. 112–115.
8. Ramuhalli P., Biswas S. Managed traffic evacuation using distributed sensor processing // Nondestructive Evaluation for Health Monitoring and Diagnostics. – International Society for Optics and Photonics, 2005. – С. 48-58.
9. Чирков Б. В. Проблемы управления экстренной эвакуацией людей из здания при пожаре и пути их решения / Б. В. Чирков // Безопасность в техносфере: сборник статей XI международной конференции, Ижевск, 17 мая 2017 года / УРО ООО «Российское научное общество анализа риска»; ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет». Том Выпуск 11. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, 2017. – С. 26-36.
10. Интеллектуальное управление эвакуацией людей при пожаре в здании на основе BIM-моделирования / Е. В. Беляев, Е. Л. Головенко, С. С. Калгатов, Е. С. Абдикаримов // Вестник науки и образования. – 2021. – № 8-2(111). – С. 34-44.
11. СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования (с Изменением № 1). Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582. Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2020.
12. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 31 августа 2020 г. № 628. Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2020.
13. СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности (с Изменением № 1). Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 20 июля 2020 г. № 539. Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2020.

References

1. Fires and Fire Safety in 2024. Statistics of Fires and Their Consequences: Information and Analytical Collection. – Balashikha: FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2025. – 112 p.
2. Levchuk S.A., Levchuk M.S., Kokshin V.V., Pavlov A.M. Wireless Fire Extinguishing: Economics and Reliability // XXIX International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 80th Anniversary of FGBU VNIPO EMERCOM of Russia. – Balashikha, 2017. – Part 2. – Pp. 358–361.
3. Sergienko A.A., Petrov D.I. Prospects for the Application of Wireless Technologies in Fire Alarm and Notification Systems // Fire and Explosion Safety. – 2022. – Vol. 31. – No. 5. – Pp. 45–53.
4. Strelets Pro: Radio Channel Systems // Official website of the Argus-Spectr company. – URL: <https://argus-spectr.ru> (accessed: 10.10.2025).
5. Mitushki K.V., Sorokin D.V. Development of a training stand for a radio channel fire alarm system // Current issues in improving engineering systems for ensuring fire safety of facilities: Collection of materials of the XII All-Russian scientific and practical conf. – Ivanovo, 2025. – Pp. 245–249.
6. Ivanov V.S. Analysis of the effectiveness of adaptive evacuation control systems during a fire in multifunctional buildings // Civil safety technologies. – 2023. – Vol. 20. – No. 4(76). – P. 32–39.
7. Kravchenko I.I. The mythologem "Ariadne's thread" as a conceptual basis for designing security systems for complex objects // Science and education in the modern world: collection of articles based on the materials of the International scientific and practical conference. – 2024. – P. 112–115.
8. Ramuhalli P., Biswas S. Managed traffic evacuation using distributed sensor processing // Nondestructive Evaluation for Health Monitoring and Diagnostics. – International Society for Optics and Photonics, 2005. – P. 48–58.
9. Chirkov B. V. Problems of managing emergency evacuation of people from a building during a fire and ways to solve them / B. V. Chirkov // Safety in the technosphere: collection of articles from the XI international conference, Izhevsk, May 17, 2017 / URO OOO "Russian Scientific Society for Risk Analysis"; FSBEI HE "Udmurt State University". Volume Issue 11. - Izhevsk: Izhevsk Institute of Computer Research, 2017. - Pp. 26-36.
10. Intelligent control of the evacuation of people during a fire in a building based on BIM modeling / E. V. Belyaev, E. L. Golovenko, S. S. Kalgatov, E. S. Abdikarimov // Bulletin of Science and Education. - 2021. - No. 8-2 (111). - Pp. 34-44.
11. SP 484.1311500.2020 Fire protection systems. Fire alarm systems and automation of fire protection systems. Design standards and rules (with Amendment No. 1). Approved and put into effect by Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated July 31, 2020 No. 582. Official publication. – Moscow: Standartinform, 2020.
12. SP 485.1311500.2020 Fire protection systems. Automatic fire extinguishing systems. Design standards and rules. Approved and put into effect by Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated August 31, 2020 No. 628. Official publication. – Moscow: Standartinform, 2020.
13. SP 486.1311500.2020 Fire protection systems. List of buildings, structures, premises, and equipment subject to protection by automatic fire extinguishing systems and fire alarm systems. Fire safety requirements (with Amendment No. 1). Approved and put into effect by Order No. 539 of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated July 20, 2020. Official publication. – Moscow: Standartinform, 2020.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.10.2025, одобрена после рецензирования 01.12.2025, принята к публикации 15.12.2025.

The article was submitted 17.10.2025, approved after reviewing 01.12.2025, accepted for publication 15.12.2025.