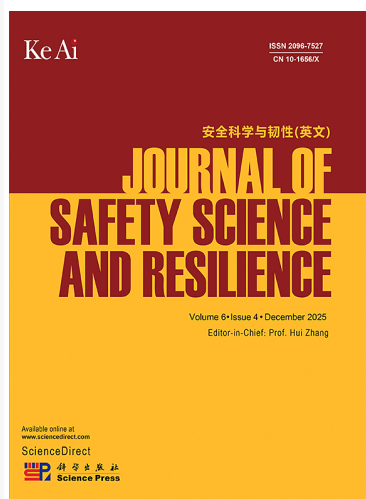


## ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

EDN: <https://elibrary.ru/kvytpc>

## РЕФЕРАТИВНЫЙ ОБЗОР ЖУРНАЛА JOURNAL OF SAFETY SCIENCE AND RESILIENCE, ТОМ 6, ВЫПУСКИ 1–4, ТОМ 7, ВЫПУСК 1 (2025–2026)

Том 6, выпуск 1  
(2025), 48–57

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния защитных перчаток пожарных на физиологические и психологические реакции, а также на мануальные функции в условиях воздействия холода посредством натуральных испытаний с участием человека. Двенадцать участников в полном комплекте боевой одежды пожарного были помещены в среду с температурой 16 °С, при этом их руки подвергались локальному воздействию в камере с температурой 0 °С в двух режимах: с использованием защитных перчаток пожарного (FPG) и без них (CON). В ходе испытаний фиксировались физиологические параметры (температура тела ( $T_c$ ), средняя температура кожи ( $T_{sk}$ ) и частота сердечных сокращений (ЧСС)), психологические показатели (субъективная оценка теплового ощущения и болевого ощущения), а также мануальная работоспособность (сила сжатия кисти, ловкость рук, максимальное сгибание пальцев и тактильная чувствительность). Результаты показали статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ) между режимами FPG и CON по показателю средней температуры кожи ( $T_{sk}$ ). Кроме того, болевые ощущения возникали, когда средняя температура кожи кисти находилась в диапазоне от 15 до 20 °С. Использование перчаток приводило к статистически значимому ( $p < 0,05$ ) снижению силы сжатия кисти, ловкости рук и тактильной чувствительности в условиях воздействия холода. Данное исследование предоставляет базовые знания для оценки холодовой нагрузки и разработки высокоэффективных защитных перчаток, что потенциально может способствовать повышению безопасности и сохранению здоровья пожарных.

**Ключевые слова:** перчатки, физиологические реакции, психологические реакции, мануальная работоспособность, воздействие холода/условия холода

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПЕРЧАТОК ПОЖАРНЫХ  
НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ,  
А ТАКЖЕ НА МАНУАЛЬНУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ  
В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОЛОДА

Цзе Ян, Сяосюэ Янь (Китай)

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния защитных перчаток пожарных на физиологические и психологические реакции, а также на мануальные функции в условиях воздействия холода посредством натуральных испытаний с участием человека. Двенадцать участников в полном комплекте боевой одежды пожарного были помещены в среду с температурой 16 °С, при этом их руки подвергались локальному воздействию в камере с температурой 0 °С в двух режимах: с использованием защитных перчаток пожарного (FPG) и без них (CON). В ходе испытаний фиксировались физиологические параметры (температура тела ( $T_c$ ), средняя температура кожи ( $T_{sk}$ ) и частота сердечных сокращений (ЧСС)), психологические показатели (субъективная оценка теплового ощущения и болевого ощущения), а также мануальная работоспособность (сила сжатия кисти, ловкость рук, максимальное сгибание пальцев и тактильная чувствительность). Результаты показали статистически значимое различие ( $p < 0,05$ ) между режимами FPG и CON по показателю средней температуры кожи ( $T_{sk}$ ). Кроме того, болевые ощущения возникали, когда средняя температура кожи кисти находилась в диапазоне от 15 до 20 °С. Использование перчаток приводило к статистически значимому ( $p < 0,05$ ) снижению силы сжатия кисти, ловкости рук и тактильной чувствительности в условиях воздействия холода. Данное исследование предоставляет базовые знания для оценки холодовой нагрузки и разработки высокоэффективных защитных перчаток, что потенциально может способствовать повышению безопасности и сохранению здоровья пожарных.



## Том 6, выпуск 1 (2025), 70–78

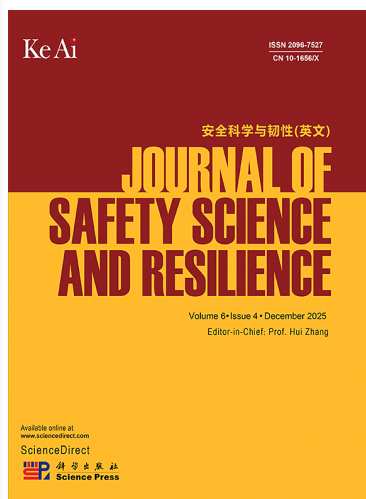
### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА ПРИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОЦЕССЕ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ

Кайцян Ван, Чжиган Шан, Вэйцзюнь Лю, Кан Вэнь,  
Цзюнь Чжан, Бинь Яо, Вэйго Сун (Китай)

Герметизированные здания представляют собой новый тип сооружений в высокогорных районах, эффективно решающий проблему высотной болезни. В рабочих условиях внутреннее давление в них превышает наружное, поэтому в аварийных ситуациях необходимо первоначально выполнить сброс давления. Процесс аварийной разгерметизации при пожаре может привести к более сложному поведению пожара, отличному от наблюдаемого в обычных зданиях. В данном исследовании посредством экспериментов изучено влияние

условий вентиляции и состояния дверных проемов в таких зданиях на развитие пожара и характеристики дымового шлейфа. Были проведены замеры изменения температуры в помещении очага пожара и в коридоре при различных мощностях вентиляции, времени ее работы и ширине открывания двери. Результаты показывают, что ширина дверного проема оказывает наибольшее влияние на развитие пожара. Меньший зазор при открытии двери ограничивает воздухообмен между внутренним пространством помещения и внешней средой, что приводит к быстрому снижению концентрации кислорода в помещении очага пожара и уменьшению скорости реакции горения древесины. Мощность вентиляции оказывает наиболее значимое влияние на изменение температуры в коридоре. Полученные данные представляют эмпирическую основу для исследований в области пожарной безопасности высокогорных герметизированных зданий и могут служить руководством для совершенствования существующих противопожарных конструкций и мер управления с целью повышения безопасности.

*Ключевые слова:* герметизированные здания, поведение при пожаре, температура под потолком, управление вентиляцией



## Том 6, выпуск 1 (2025), 114–123

проанализирована на основе расчета общего времени эвакуации с помощью имитационного моделирования с учетом особенностей контингента для детского культурного центра, расположенного в Стамбуле. Исследовано влияние наличия детского театрального зала, расположенного на верхнем этаже, на общее время эвакуации из здания. Проанализирована эффективность альтернативных путей эвакуации на время вывода людей посредством различных сценариев, а также выявлены стратегии безопасной эвакуации для детских культурных центров. По результатам исследования сформулированы рекомендации в рамках стратегий эвакуации, основанных на оценке пожарного риска, для проектирования детских культурных центров. Поскольку речь идет о будущем стран, были разработаны критерии пожарной безопасности для детских культурных центров, чтобы дети могли чувствовать себя в безопасности в образовательной, культурной и художественной среде.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, пожарная безопасность на основе оценки риска, эвакуация при пожаре, детские культурные центры, здания с массовым пребыванием людей, время эвакуации

## АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ В ДЕТСКИХ КУЛЬТУРНЫХ ЦЕНТРАХ

Муаммер Яман, Джюнейт Куртай (Турция)

Пожары, возникающие в зданиях с массовым пребыванием людей, приводят к большому количеству человеческих жертв и значительному материальному ущербу. Детские культурные центры, относящиеся к данной категории зданий, также должны оцениваться в этом контексте. Дети формируют специфический профиль находящихся в здании людей, а внутренняя среда характеризуется повышенной пожарной нагрузкой, что создает значительный риск возникновения пожаров. При разработке сценариев эвакуации при пожаре для детских культурных центров необходимо создавать соответствующие условия для безопасного вывода людей. В данной работе пожарная безопасность была



## Том 6, выпуск 2 (2025), 212–225

Авиационная транспортная инфраструктура играет ключевую роль в международной торговле и культурном обмене, а любая чрезвычайная ситуация способна оказать значительное влияние на современное общество. В условиях технологического прогресса и роста социальных потребностей современные аэропорты трансформируются в интеллектуальные комплексные системы. Хотя инженеры транспортной отрасли и проектировщики стремятся повысить устойчивость подсистем и алгоритмов управления перевозками посредством новых технологий и комплексных стратегий для эффективного управления рисками, возрастающая сложность факторов, вызывающих катастрофы, а также динамика развития пожаров в аэропортовых системах снижают точность существующих анализов уязвимости. Это обуславливает потребность в повышении устойчивости системы пожаротушения. В данной работе рассматриваются стратегии оценки и совершенствования, направленные на повышение устойчивости систем пожаротушения аэропортов в контексте концепции «умных аэропортов». В частности, проведен анализ характеристик устойчивости систем пожаротушения аэропортов, которые подразделяются на четыре компонента: способность к устойчивости (стабильность), сопротивляемость, способность к восстановлению и адаптивность. Более того, путем интеграции человеческого, технического, экологического и управленческого факторов построена комплексная система показателей оценки устойчивости. Предложена модифицированная методология расчета составного веса, в которой в процесс взвешивания инновационно внедрен генетический алгоритм, что с математической точки зрения позволяет свести модель к задаче условной минимизации, и обеспечивает отражение в результатах ранжирования информацию о порядковом номере и интенсивности. Результаты исследования подчеркивают важность таких параметров, как технологические инновации, возможности аварийного реагирования, опыт в области управления пожарами, межведомственное взаимодействие, психологическая подготовка персонала и навыки расследования происшествий для повышения устойчивости систем пожаротушения аэропортов. Хотя комплексная модель оценки на основе экспертных знаний по-прежнему в основном фокусируется на устойчивости, критерий адаптивности демонстрирует более выраженную тенденцию к увеличению веса при корректировке, что указывает на его значительную роль и потенциал в будущих показателях устойчивости пожаротушения аэропортов. Целью данного исследования является предоставление рекомендаций для персонала и руководителей авиационной отрасли по разработке эффективных защитных стратегий, способствующих повышению общественной безопасности в аэропортах.

**Ключевые слова:** умный аэропорт, устойчивость пожаротушения, система оценки, генетический алгоритм, многокритериальное принятие решений

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В АЭРОПОРТАХ ПОСРЕДСТВОМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДИК ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Юйлуан Чжу, Вэй Тянь, Сюйхун Цзя, Цюаньи Лю (Китай)

Авиационная транспортная инфраструктура играет ключевую роль в международной торговле и культурном обмене, а любая чрезвычайная ситуация способна оказать значительное влияние на современное общество. В условиях технологического прогресса и роста социальных потребностей современные аэропорты трансформируются в интеллектуальные комплексные системы. Хотя инженеры транспортной отрасли и проектировщики стремятся повысить устойчивость подсистем и алгоритмов управления перевозками посредством новых технологий и комплексных стратегий для эффективного управления рисками, возрастающая сложность факторов, вызывающих катастрофы, а также динамика развития пожаров в аэропортовых системах снижают точность существующих анализов уязвимости. Это обуславливает потребность в повышении устойчивости системы пожаротушения. В данной работе рассматриваются стратегии оценки и совершенствования, направленные на повышение устойчивости систем пожаротушения аэропортов в контексте концепции «умных аэропортов». В частности, проведен анализ характеристик устойчивости систем пожаротушения аэропортов, которые подразделяются на четыре компонента: способность к устойчивости (стабильность), сопротивляемость, способность к восстановлению и адаптивность. Более того, путем интеграции человеческого, технического, экологического и управленческого факторов построена комплексная система показателей оценки устойчивости. Предложена модифицированная методология расчета составного веса, в которой в процесс взвешивания инновационно внедрен генетический алгоритм, что с математической точки зрения позволяет свести модель к задаче условной минимизации, и обеспечивает отражение в результатах ранжирования информацию о порядковом номере и интенсивности. Результаты исследования подчеркивают важность таких параметров, как технологические инновации, возможности аварийного реагирования, опыт в области управления пожарами, межведомственное взаимодействие, психологическая подготовка персонала и навыки расследования происшествий для повышения устойчивости систем пожаротушения аэропортов. Хотя комплексная модель оценки на основе экспертных знаний по-прежнему в основном фокусируется на устойчивости, критерий адаптивности демонстрирует более выраженную тенденцию к увеличению веса при корректировке, что указывает на его значительную роль и потенциал в будущих показателях устойчивости пожаротушения аэропортов. Целью данного исследования является предоставление рекомендаций для персонала и руководителей авиационной отрасли по разработке эффективных защитных стратегий, способствующих повышению общественной безопасности в аэропортах.



## Том 6, выпуск 3 (2025), 100183

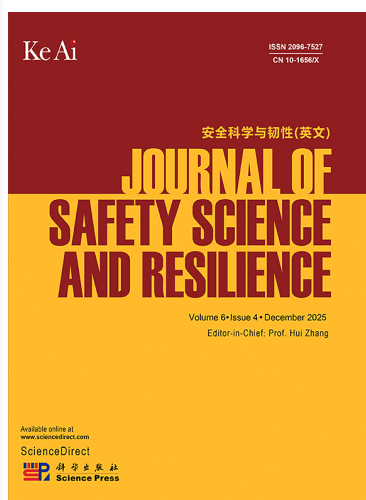
### КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ДИНАМИЧЕСКИХ УКАЗАТЕЛЕЙ ВЫХОДОВ И ЕЕ ДЕМОНСТРАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЖАРА В ТОННЕЛЕ

Хо Инь Вонг, Мэн Ван, Сяонин Чжан,  
Юйсинь Чжан, Мин Чи Вонг, Синьянь Хуан (Китай)

Системы указателей аварийных выходов направляют людей к безопасным зонам, но могут оказаться неэффективными при пожарах, когда дым блокирует пути эвакуации. В данном исследовании представлена интеллектуальная система динамических указателей выходов, которая объединяет сеть датчиков обнаружения пожара с динамическими схемами указателей. Такая система способна повысить безопасность эвакуации, постоянно направляя людей в сторону от опасных зон. Рабочая концепция и правила проектирования системы

обеспечивают ее эффективную реализацию. Для решения этических проблем в сложных сценариях система включает механизм возврата, который при необходимости переключает динамические указатели обратно на традиционные статические. Эффективность системы продемонстрирована посредством прототипирования на лабораторной модели тоннеля с проведением оценки как динамических схем, так и надежности оборудования. Результаты показывают потенциал системы для автоматической оптимизации процедур эвакуации и повышения безопасности людей в чрезвычайных ситуациях. Кроме того, в исследовании рассматриваются проблемы, связанные с практической реализацией, и предлагаются рекомендации для будущего применения данного инновационного решения по безопасности в более сложных условиях городской застройки.

*Ключевые слова:* интеллектуальное пожаротушение, модель тоннеля, динамические схемы, интеллектуальная эвакуация, безопасный выход



## Том 6, выпуск 3 (2025), 100189

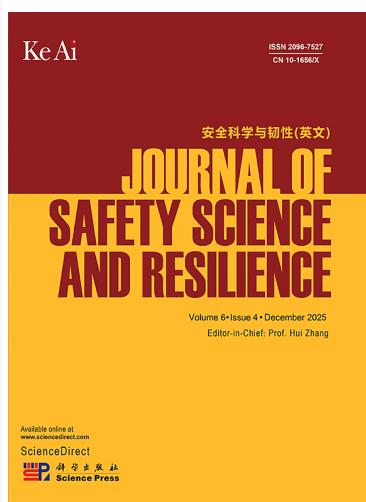
В данной статье представлены результаты обширной экспериментальной кампании по изучению термической реакции горящих частиц при их скоплении на наружных стенах жилых зданий – распространенном явлении в Южной Европе. Были исследованы три типа основных конструктивных слоев стен: кирпичная кладка, спроектированная в соответствии с методологией систем наружной теплоизоляции, клееный брус и обычная древесина, оба последних выполнены по сэндвич-технологии (многослойным методом). Образцы стен были изготовлены из комбинации материалов, включая три типа штукатурного раствора (Tria, Sika и Weber), а также различные теплоизоляционные материалы, такие как агломераты композитной пробки, гидроизоляционные мембраны, жесткая каменная вата, огнезащитная краска и экструдированный пенополистирол, которые рекомендуются к применению из-за хорошей устойчивости к воздействию огня и высоких температур. Горящие частицы затем размещались на локальных участках поверхности образцов стен, а температура фиксировалась в каждом слое конструкции. Цель данного исследования – точно определить реакцию материалов на воздействие горящих частиц, включая тип воспламенения, образование дыма и горящих капель. Также планируется проанализировать изоляционные характеристики каждой теплоизоляционной системы и конструкции стены.

**Ключевые слова:** теплопроницаемость, термическая реакция, накопление горящих частиц, воспламенение и реакция на воздействие огня, слоистая изоляция

## ТЕПЛОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ТЕРМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ПРИ СКОПЛЕНИИ ГОРЯЩИХ ЧАСТИЦ НА НАРУЖНЫХ СТЕНАХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

М. Зитуни, М.Р.Т. Арруда, П. Кантор, Ф. Бранко (Португалия)

В данной статье представлены результаты обширной экспериментальной кампании по изучению термической реакции горящих частиц при их скоплении на наружных стенах жилых зданий – распространенном явлении в Южной Европе. Были исследованы три типа основных конструктивных слоев стен: кирпичная кладка, спроектированная в соответствии с методологией систем наружной теплоизоляции, клееный брус и обычная древесина, оба последних выполнены по сэндвич-технологии (многослойным методом). Образцы стен были изготовлены из комбинации материалов, включая три типа штукатурного раствора (Tria, Sika и



## Том 6, выпуск 3 (2025), 100193

установке для системы пожаротушения компрессионной пеной. Для соответствия практическим инженерным требованиям в качестве дальности распыления был выбран продольный максимум контурной линии при пороговой интенсивности орошения 12 л/(мин · м<sup>2</sup>). В работе систематически изучены факторы, влияющие на дальность распыления сопла. Результаты экспериментов показали, что при угле наклона выходного отверстия в 60° средняя дальность распыления увеличилась на 59 % по сравнению с углом 0°. Когда диаметр выходного отверстия сопла составлял 10 мм, а давление на выходе – 0,15 МПа, дальность распыления возросла на 17 %. Кроме того, с ростом давления на выходе дальность распыления пены значительно увеличивалась, демонстрируя прирост на 35,2 % при давлении 0,3 МПа по сравнению с 0,1 МПа, что указывает на существенное влияние давления на выходе на дальность распыления. Для прогнозирования увеличения дальности распыления разработана эмпирическая модель зависимости давления на выходе от дальности распыления. После анализа трех указанных факторов все данные различных режимов работы были интегрированы в единый набор, построена прогнозная модель дальности распыления и выполнено ранжирование значимости факторов, влияющих на дальность. Полученные результаты служат теоретической основой для оптимизированного проектирования и инженерного применения систем пожаротушения компрессионной пеной.

**Ключевые слова:** система пожаротушения компрессионной пеной, угол наклона распыления, диаметр выходного отверстия сопла, давление на выходе, дальность распыления

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДАЛЬНОСТИ РАСПЫЛЕНИЯ ПЕНЫ СОПЛОМ ПЕННОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Фэнцзюй Шан, Цзяцин Чжан, Синь Лю, И Го,  
Юньпэн Ян, Лилонг Ни, Кайюань Ли (Китай)

Силовые трансформаторы сверхвысокого напряжения (СВН) являются ключевым оборудованием энергосистем и представляют собой объекты повышенной пожарной опасности. Сопло для распыления компрессионной пены является новым конечным устройством подачи огнетушащего вещества, которое, благодаря своей высокой эффективности и отличным огнетушащим характеристикам при тушении пожаров нефтепродуктов, находит все более широкое применение на подстанциях СВН. Данное исследование основано на созданной собственными силами экспериментальной



## Том 6, выпуск 4 (2025), 100211

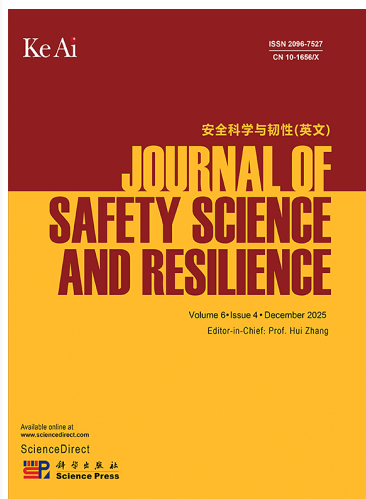
личесство пропусков обнаружения – критически важную характеристику для приложений, связанных с безопасностью. Архитектура TriFireNet обеспечивает баланс между точностью и вычислительными затратами, предлагая точное обнаружение с меньшей вычислительной нагрузкой и временем вывода, равным 9,8 мс. Эти преимущества делают его оптимальным решением для систем мониторинга безопасности и предотвращения пожаров в реальном времени, особенно в ситуациях, где критически важны эффективность и надежность.

**Ключевые слова:** обнаружение пожара, обнаружение дыма, сложные условия, модульная архитектура, общественная безопасность

## TRIFIRENET: МНОГОСТУПЕНЧАТАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ НАДЕЖНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ ОГНЯ И ДЫМА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Юй Хань, Цзяньюань Тао, Пин Ван, Ин Шэнь, Ханьфэн Цзян (Китай)

В данном исследовании представлен TriFireNet – модульный программный комплекс, разработанный для решения задач обнаружения дыма и огня в сложных и динамичных условиях. Эффективно выявляя изменчивость на различных масштабах, перекрывающиеся области и нерегулярные паттерны, TriFireNet интегрирует двунаправленное глубокое перекрестное слияние, направленное многоуровневое извлечение признаков и прогрессивную стохастическую аугментацию. Предлагаемый комплекс превосходит современные модели, демонстрируя значения F1 67,5 %, mAP50 65,7 % и полноты 64,5 %, что обеспечивает минимальное количество пропусков обнаружения – критически важную характеристику для приложений, связанных с безопасностью. Архитектура TriFireNet обеспечивает баланс между точностью и вычислительными затратами, предлагая точное обнаружение с меньшей вычислительной нагрузкой и временем вывода, равным 9,8 мс. Эти преимущества делают его оптимальным решением для систем мониторинга безопасности и предотвращения пожаров в реальном времени, особенно в ситуациях, где критически важны эффективность и надежность.



## Том 7, выпуск 1 (2026), 100212

Технологии обнаружения пожаров приобретают все большее значение в условиях растущей глобальной пожарной угрозы и экстремальных погодных явлений. Традиционные методы, основанные на одноканальных сенсорах и классических методах обработки изображений, часто не справляются со сложными изменениями окружающей среды и фоновыми помехами. В данном исследовании представлен инновационный мультимодальный комплекс обнаружения пожаров, который интегрирует передовые методы глубокого обучения для решения указанных ограничений. Используя комплексный подход, сочетающий в себе технологию обнаружения объектов на основе YOLOv8, улучшение цветового пространства HSV, анализ текстур с использованием завершеного локального бинарного паттерна (CLBP) и новый динамический модуль усиления признаков (DFEM), предложенный метод существенно повышает точность и надежность обнаружения пожаров. В данной работе представлена усовершенствованная стратегия мультимодального объединения, которая систематически обрабатывает пожарно-релевантные признаки в нескольких доменах. Ключевой инновацией является модуль смешанного синтеза Mamba (CMFM), который использует эффективное каналное внимание (ECA) и эффективный модуль селективного сканирования 2D (E2DSM) для динамической интеграции и уточнения признаков из разных модальностей. Экспериментальная проверка проводилась на наборе данных, собранном авторами и дополненном данными, полученными с помощью роботизированных систем сбора изображений в различных условиях, включая лесные массивы, коридоры и открытые пространства. Предложенный метод продемонстрировал выдающуюся производительность с показателями точности 96,4 %, полноты 95,7 % и общей точностью 95,8 %, превзойдя современные модели, такие как VGG16, ResNet50, YOLOv5 и YOLOv8. Результаты исследований по абляции дополнительно подтвердили вклад каждого модуля и подчеркнули эффективные возможности комплекса по усилению и синтезу признаков.

**Ключевые слова:** обнаружение пожаров, усиление признаков, YOLOv8, мультимодальный синтез

### **Статью подготовили:**

Ю.В. Мельникова, науч. сотр.;  
Н.В. Сайгина, ст. науч. сотр.;  
Е.Е. Архипова, ст. науч. сотр.;  
С.В. Багаева, мл. науч. сотр.  
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

**Поступила в редакцию 12.01.2026 г.;  
принята к публикации 13.02.2026 г.**