

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Боритко Сергея Викторовича на диссертацию

Параскуна Артура Сергеевича

«Приборы и методика диагностики газовой среды в помещении для раннего селективного обнаружения признаков возгорания», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)».

Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью повышения эффективности систем раннего обнаружения возгораний в закрытых помещениях. Несмотря на широкое распространение промышленных пожарных извещателей, существующие средства контроля реагируют преимущественно на поздние стадии развития пожара – появление дыма, пламени или значительного повышения температуры. Это приводит к увеличению времени обнаружения опасного процесса и снижению эффективности мер по предотвращению ущерба.

На докритических стадиях возгорания в газовой среде формируется тепловой конвекционный поток, сопровождающийся изменениями показателя преломления и слабовыраженными оптическими неоднородностями, которые не регистрируются традиционными сенсорами. В условиях современных объектов, таких как производственные, складские, транспортные и общественные, возрастает потребность в методах селективной диагностики, способных выявлять ранние признаки термодинамической активности в условиях оптических и тепловых помех.

В этой связи разработка приборов и методики диагностики газовой среды, основанных на спектрально-временном анализе, пространственно-мощностной интерпретации сигналов и адаптивных алгоритмах классификации, является актуальной научно-технической задачей. Решение данной задачи имеет важное значение для повышения надёжности систем пожарной автоматики, обеспечения техносферной безопасности и снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Научная новизна

Научная новизна диссертации заключается в разработке комплексного подхода к диагностике газовой среды, основанного на сочетании регистрации спектральных, тепловых и аэрозольных признаков. Автором предложена архитектура матричного спектрального прибора, реализующего многоканальный анализ в расширенном диапазоне 190–1000 нм, что позволяет выделять слабые спектральные компоненты, характерные для

ранних стадий термодинамической активности. Кроме того, разработан лазерно-оптический прибор, обеспечивающий регистрацию пространственно-мощностной модуляции сигнала, вызванной тепловыми неоднородностями и аэрозольными включениями. Для комплексной обработки регистрируемых этими приборами диагностических сигналов предложен алгоритмический комплекс обработки, включающий спектрально-временной анализ, вейвлет-преобразование, кепстральный анализ и методы корреляционной фильтрации, что обеспечивает устойчивое выделение информативных признаков на фоне шумов.

Особо следует отметить разработку методики комбинированной диагностики, позволяющей дифференцировать признаки теплового конвекционного потока, дыма и пламени. Такой подход не встречается в известных работах и представляет собой значимый вклад в развитие методов раннего обнаружения возгораний.

Практическая значимость

Практическая значимость работы подтверждается представленными в работе актами о внедрении результатов работы в деятельности крупных предприятий–производителей систем пожарной автоматики. В работе показано, что разработанные приборы обеспечивают сокращение времени отклика системы до 0.3 с, что существенно превосходит показатели промышленных извещателей. Продемонстрировано снижение ложных срабатываний на 60–75 %, что является критически важным для систем пожарной автоматики. Разработанная методика диагностики обеспечивает достоверность классификации признаков активности до 98 %, что подтверждает её эффективность.

Кроме того, автор показывает, что предложенные приборы могут быть интегрированы в существующие системы мониторинга, что снижает затраты на внедрение и обслуживание. Работа имеет очевидную прикладную ценность для предприятий, занимающихся разработкой систем пожарной безопасности, а также для организаций, эксплуатирующих объекты с повышенными требованиями к раннему обнаружению возгораний.

Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, сформулированные в диссертационной работе, отличаются высокой степенью обоснованности и подтверждаются как теоретическими, так и экспериментальными исследованиями. Автор последовательно использует современные методы анализа тепловых и аэрозольных процессов, корректно применяет спектрально-временные преобразования и демонстрирует согласованность моделей с реальными физическими явлениями.

Достоверность результатов обеспечивается использованием адекватных математических моделей, корректной постановкой экспериментов и воспроизводимостью полученных данных. Экспериментальная часть выполнена на современном оборудовании, а результаты измерений подтверждают работоспособность предложенных приборов и предложенного алгоритма.

Научная новизна работы проявляется в разработке многоканальной системы диагностики газовой среды, объединяющей спектральный, аэрозольный и тепловой анализ, а также в создании алгоритмического комплекса, позволяющего выделять слабовыраженные признаки термодинамической активности на ранних стадиях. Научной новизной обладают архитектуры приборов, методы адаптивной обработки сигналов и алгоритм классификации, обеспечивающие высокую точность диагностики и устойчивость к внешним помехам.

Сформулированные выводы и рекомендации являются логически последовательными, подтверждены экспериментальными данными и обладают практической применимостью.

Публикации по теме диссертации

Основные результаты диссертационной работы отражены в 19 публикациях автора, включая 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, 3 статьи в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science, 10 публикаций в материалах российских и международных конференций, а также 2 патента Российской Федерации и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Количество и уровень публикаций являются достаточными для диссертации, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, и подтверждают научную новизну и практическую значимость полученных результатов.

Содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка литературы и приложений. Общий объём работы составляет 185 страниц, включает 49 рисунков, 4 таблицы и 120 источников. Структура работы соответствует логике научного исследования и отражает последовательность решения поставленных задач.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, приведены научные положения, выносимые на защиту, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первом разделе представлен аналитический обзор методов раннего обнаружения очагов возгорания, рассмотрены физические процессы, сопровождающие начальные

стадии горения, и обоснована информативность теплового конвекционного потока как раннего признака термодинамической активности. Показаны ограничения существующих средств пожарной автоматики и сформулировано противоречие, определяющее необходимость разработки новой методики диагностики газовой среды.

Во втором разделе изложены результаты разработки архитектуры матричного спектрального прибора диагностики газовой среды. Приведены схемотехнические решения, конструктивные особенности фотоприёмных модулей и оптических фильтров. Показано, что предложенный прибор обеспечивают селективную регистрацию спектральных, аэрозольных и тепловых признаков в условиях оптических и тепловых помех.

В третьем разделе изложены результаты разработки архитектуры лазерно-оптического прибора, а также представлена методика спектрально-временной обработки сигналов, включающая преобразование Фурье, вейвлет-преобразование, кепстральный анализ, суммарно-разностные процедуры, взаимную корреляционную функцию и пороговую фильтрацию. Разработан алгоритмический комплекс выделения информативных признаков теплового конвекционного потока, аэрозольных включений и пламени на фоне шумов и нестационарных возмущений.

В четвёртом разделе проведена комплексная оценка эффективности разработанной методики комбинированной диагностики газовой среды, основанной на интеграции спектрального, аэрозольного и теплового каналов. Представлены результаты лабораторных и натурных экспериментов, количественные показатели чувствительности, селективности и устойчивости к ложным срабатываниям, а также сравнительный анализ с промышленными извещателями. Показано, что предложенная система обеспечивает время отклика менее 0.3 с и достоверность классификации до 98%.

В заключении сформулированы основные результаты исследования и выводы.

Замечания по диссертационной работе

Несмотря на высокую научную и инженерную проработанность диссертации, её логическую стройность и убедительность экспериментальных результатов, работа содержит ряд замечаний, которые, по моему мнению, требуют обсуждения. Эти замечания не умаляют достоинств исследования, однако их рассмотрение позволило бы сделать работу более методологически завершённой.

1. В диссертации подробно рассматриваются физические и оптические проявления ранних стадий возгорания, однако практически не анализируется влияние естественных и искусственных воздушных потоков, неизбежно присутствующих в реальных помещениях.

Такие потоки могут существенно изменять структуру тепловых и оптических неоднородностей, и отсутствие их анализа ограничивает понимание устойчивости предложенной методики.

2. Алгоритмическая часть исследования представлена достаточно подробно, однако остаётся неясным, насколько предложенные методы устойчивы к вариативности параметров среды. В реальных условиях спектральные и тепловые характеристики могут изменяться в широких пределах, и важно понимать, насколько алгоритмы способны адаптироваться к таким изменениям без потери чувствительности.

3. В работе не обсуждается вопрос о требуемой вычислительной производительности процессора, который способен обрабатывать в параллельном режиме информацию, поступающих от разработанных приборов. Между тем, используемые математические методы кепстрального, вейвлет, корреляционного и т.д. анализа требуют значительных вычислительных мощностей. Считаю это важным аспектом, которому следовало бы уделить внимание в работе.

4. В работе подчёркивается способность приборов различать тепловые, аэрозольные и спектральные признаки, однако не рассматривается вопрос о том, как система будет функционировать при одновременном воздействии нескольких типов возмущений. В реальных условиях такие ситуации встречаются часто, и отсутствие анализа их совместного влияния ограничивает полноту исследования.

Перечисленные замечания не умаляют достоинств работы и не влияют на общую положительную оценку результатов исследования.

Выводы и заключение

Диссертационная работа Параскуна Артура Сергеевича посвящена решению актуальной научно-технической задачи повышения эффективности раннего обнаружения признаков возгорания в газовой среде закрытых помещений. В работе разработаны приборы и методика диагностики, основанные на спектрально-временном анализе и комбинированной обработке сигналов, обеспечивающие высокую чувствительность, селективность и устойчивость к помехам.

Полученные результаты обладают научной новизной, подтверждены теоретическими исследованиями и экспериментальными данными, имеют практическую значимость и могут быть использованы в системах пожарной автоматики и техносферной безопасности. Публикации автора и апробация результатов на научных конференциях подтверждают достоверность и научную состоятельность выполненной работы.

Автореферат диссертации правильно и в полной мере передает основное содержание работы.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Параскуна Артура Сергеевича соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)».

Официальный оппонент:

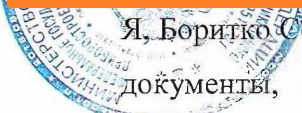
Заведующий лабораторией Лазерной техники отдела Акустооптических информационных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-технологический центр уникального приборостроения» Российской академии наук.

д.ф.-м.н., профессор
«17» апреля 2026 г.

 Боритко Сергей Викторович


Подпись Боритко Сергея Викторовича заверяю,


ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДИРЕКТОРА
ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ
К.Ф.-М.Н.
Д.В. ЧУРИКОВ


Я, Боритко Сергей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.384.02 по защите диссертации Параскуна Артура Сергеевича и их дальнейшую обработку.

«17» апреля 2026 г.

Сведения об оппоненте:


Боритко Сергей Викторович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук по специальностям 01.04.10 – Физика полупроводников. Заведующий лабораторией Лазерной техники отдела Акустооптических информационных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-технологический центр уникального приборостроения» Российской академии наук. Адрес: 117342, Москва, улица Бутлерова, 15, <https://ntcup.ru/>, +7 (495) 333-61-02, np@ntcup.ru.