

ГУАПОД	Документ зарегистрирован
	«13» 04 2026г.
	Вх. № 81-81/26

ОТЗЫВ

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)

1. Актуальность диссертационной работы. Тема диссертационного исследования Параскуна А. С. соответствует современным требованиям к системам пожарной автоматики, которые должны обеспечивать максимально раннее обнаружение признаков возгорания. В работе убедительно показано, что существующие тепловые, дымовые и пламенные извещатели реагируют преимущественно на поздние стадии развития опасного процесса, когда уже сформированы видимые признаки горения. Между тем, как справедливо отмечает автор, на докритических стадиях возникает тепловой конвекционный поток, сопровождающийся колебаниями показателя преломления среды в диапазоне 2–20 Гц. Эти изменения не фиксируются стандартными сенсорами, что создаёт принципиальный разрыв между физической природой ранних признаков возгорания и возможностями существующих средств диагностики.

Автором показано, что даже небольшая задержка обнаружения приводит к резкому росту ущерба и снижению эффективности локализации очага. Приведённые данные подтверждают, что сокращение времени отклика до 0,3 с существенно повышает безопасность объектов. Дополнительно подчёркивается, что существующие методы спектральной и оптической диагностики недостаточно чувствительны к слабым тепловым неоднородностям.

На основании вышеизложенного, разработка новых приборов и методик раннего обнаружения возгорания является задачей высокой научной и практической значимости, следовательно, диссертация выполнена на актуальную тему.

2. Научная новизна. Научная новизна работы состоит в разработке комплексного подхода к диагностике газовой среды, основанного на выявлении спектральных, аэрозольных и тепловых признаков, заключающаяся в следующем:

1. 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, отличающаяся достоверным извлечением информативных компонент при фоновом-оптических помехах и переменных условиях наблюдения.

2. Разработан лазерно-оптический прибор и алгоритм обработки данных, обеспечивающие селективную регистрацию пространственно-мощностной модуляции сигнала, вызванной тепловыми неоднородностями и аэрозольными включениями, и позволяющие на этой основе выделять слабовыраженные признаки ранних стадий термодинамической активности.

3. Предложен алгоритмический комплекс обработки сигналов, включающий спектрально-временной анализ, вейвлет-преобразование, кепстральный анализ и методы корреляционной фильтрации, отличающийся от известных подходов интеграцией многомерных признаков и реализацией устойчивой дифференциации источников теплового излучения на фоне шумов и помех.

4. Алгоритмы классификации активности газовой среды, обеспечивающие интеллектуальное реагирование системы на изменения параметров, адаптацию к внешним возмущениям и повышение точности диагностики, отличающиеся от известных систем управления использованием динамической модели активности и адаптивных порогов реагирования, что обеспечивает повышение достоверности до 98%.

3. Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в повышении эффективности предложенных технических средств и алгоритмов обработки данных. Разработанные приборы обеспечивают сокращение времени отклика системы до 0,3 с, что существенно превосходит показатели существующих промышленных извещателей. Предложенная разработка снижает ложные срабатывания на 60-75 %, что является критически важным для систем пожарной автоматики, эксплуатируемых в жилых, промышленных и складских помещениях. Разработанная методика диагностики обеспечивает повышение достоверности классификации признаков активности до 98 %.

Практическая значимость результатов, полученных, при выполнении диссертационной работы, подтверждается четырьмя актами внедрения

методики и технических средств на предприятиях в области пожарной безопасности и в учебном процессе.

4. Оценка обоснованности основных положений и достоверности выводов

Основные положения диссертации обоснованы корректно и подтверждены теоретическими моделями, математическим анализом и экспериментальными исследованиями. Автор приводит физические модели тепловой конвекции и оптических неоднородностей, основанные на уравнениях Навье-Стокса и энергетических соотношениях, и показывает их согласованность с экспериментальными данными, представленными в работе. Архитектуры разработанных приборов описаны подробно, а их характеристики подтверждены как лабораторными, так и натурными испытаниями, что свидетельствует о практической реализуемости предложенных технических решений. Алгоритмический комплекс обработки сигналов имеет математическое обоснование и проверен на реальных данных, что подтверждает его устойчивость и применимость в условиях сложной динамики газовой среды.

Выводы диссертации логически вытекают из проведённых исследований и подтверждаются экспериментальными результатами. Автор демонстрирует, что предложенная система обеспечивает высокую чувствительность, устойчивость к внешним помехам и способность к дифференциации различных признаков термодинамической активности. Таким образом, достоверность выводов не вызывает сомнений.

5. Оценка структуры и содержания диссертационной работы

В первом разделе диссертации рассмотрены современные методы раннего обнаружения очагов возгорания, с акцентом на радиофизические подходы к диагностике состояния среды. Обоснована применимость зондирующих и естественных сигналов, традиционно используемых в радиофизике, к задачам пожарной диагностики. Показано, что теория сигналов и информации служит основой обработки данных, а спектральные и корреляционные методы позволяют выделять признаки горения.

Рассмотрены спектроскопические методы, включая гармонический анализ, эмиссионную и абсорбционную диагностику, позволяющие регистрировать характерные спектры продуктов горения в ИК-диапазоне.

Дополнительно рассмотрены информативные параметры, связанные с динамикой газовой среды: турбулентность, изменение давления и скорости. Всё это формирует теоретическую и методическую основу для построения высокочувствительных систем раннего обнаружения пожаров.

Во втором разделе диссертации представлена архитектура матричного спектрального прибора, предназначенного для регистрации спектральных признаков пламени и теплового конвекционного потока. Автор обоснованно выбирает расширенный спектральный диапазон 190–1000 нм, что позволяет фиксировать как ультрафиолетовые, так и ближние инфракрасные компоненты излучения. Такой подход обеспечивает высокую селективность и делает возможным выделение слабых спектральных изменений, характерных для докритических стадий термодинамической активности. В работе подробно рассмотрены вопросы температурной стабильности фотоприемных элементов и влияние внешних факторов на спектральную селективность, что подтверждает способность прибора сохранять заявленные параметры в условиях переменной температуры и освещенности, характерных для систем пожарной автоматики.

Следует подчеркнуть, что автор уделяет достаточное внимание метрологическим аспектам, включая погрешности измерений, динамический диапазон и воспроизводимость результатов.

В третьем разделе диссертации представлена архитектура лазерно-оптического прибора, предназначенного для регистрации аэрозольных и тепловых признаков. Автор использует ПЗС-линейку, синхронизированную с лазерным излучением, что обеспечивает регистрацию пространственно-мощностной модуляции сигнала, возникающей под воздействием тепловых неоднородностей и аэрозольных включений. Такой подход позволяет достигать высокой чувствительности и фиксировать слабые изменения оптических характеристик среды. В работе подробно рассмотрено и показано, что прибор сохраняет работоспособность в условиях вибраций, характерных для промышленных объектов, что подтверждает его практическую применимость. Приведенные результаты моделирования пространственно-временной динамики сигнала демонстрируют способность прибора регистрировать слабые тепловые неоднородности и свидетельствуют о глубоком понимании автором физических процессов, лежащих в основе оптической диагностики.

Особо следует отметить использование адаптивной коррекции по

фоновым параметрам среды, которая позволяет компенсировать влияние внешних оптических и тепловых возмущений, что существенно повышает достоверность диагностики и расширяет область применения прибора.

В разделе представлен алгоритмический комплекс обработки сигналов, который является одним из ключевых элементов всей разработанной системы. Автор обоснованно использует быстрое преобразование Фурье для выделения частотных компонентов, характерных для теплового конвекционного потока, что позволяет выявлять информативные признаки даже при низком уровне сигнала и значительном уровне шумов. Применение вейвлет-преобразования выглядит оправданным, поскольку тепловые неоднородности обладают выраженной нестационарностью, и такой подход дает возможность фиксировать кратковременные изменения амплитуды и частоты, которые не могут быть корректно выделены методами классического спектрального анализа. Дополнительное использование кепстрального анализа позволяет выделять периодические компоненты, связанные с конвекционными процессами, что повышает устойчивость диагностики к шумам различной природы. Методы корреляционной фильтрации усиливают устойчивость системы к внешним возмущениям и обеспечивают выделение слабых признаков активности даже в условиях сложной динамики среды.

В Четвертом разделе представлена экспериментальная часть диссертации, подтверждающая основные теоретические положения и их совместное использование с техническими средствами. Приведены результаты лабораторных экспериментов, подтверждающие способность предложенной комплексной системы приборов регистрировать слабые тепловые неоднородности и аэрозольные включения. Показано, что время отклика системы составляет менее 0,3 секунды, что является значительным достижением по сравнению с известными промышленными извещателями. Представлены данные испытаний в условиях различных уровней влажности и запыленности, демонстрирующие сохранение работоспособности приборов в средах, характерных для промышленных объектов, жилых помещений и складских комплексов.

Приведены результаты сравнительных испытаний с промышленными извещателями, подтверждающие снижение числа ложных срабатываний и повышение достоверности диагностики.

В совокупности экспериментальная часть подтверждает

работоспособность предложенных приборов и корректность методики диагностики, а также демонстрирует их применимость в реальных условиях эксплуатации.

Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации.

6. Соответствие диссертации критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученых степеней.

Диссертация Параскуна А. С. на тему «Приборы и методика диагностики газовой среды в помещении для раннего селективного обнаружения признаков возгорания», представленная 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), соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», а именно:

По п. 9. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения научной задачи, имеющие значение для развития технического и методического обеспечения приборостроения в области противопожарной безопасности, направленные на повышение достоверности и селективности обнаружения ранних признаков возгорания.

По п. 10. Диссертация написана автором самостоятельно, содержит новые научные результаты и положения, обладает внутренним единством. В приложении к диссертации приведены акты внедрения научных результатов диссертации.

По п.п. 11-13. Основные результаты выполненного диссертационного исследования полностью изложены в 19 опубликованных работах, из которых **три** научные статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, **три** в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science, **один** патент на изобретение, **один** патент на полезную модель и **одно** свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

По п. 14. В диссертации сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов.

7. Вопросы и замечания. Несмотря на высокий уровень теоретической и практической значимости диссертации, экспериментальное подтверждение

полученных результатов, работа содержит ряд замечаний, которые, по моему мнению, требуют обсуждения.

1. На стр. 11, в практической значимости отмечено: «Соблюдение метрологических требований обеспечило воспроизводимость с погрешностью менее 5%, ...». Не отмечено, какого параметра.

2. На рис. 15 показан внешний вид печатной платы матричного спектрального анализатора. Приведены 16 фотоприемников, очевидно настроенные на 16 фиксированных длин волн в расширенном диапазоне 190–1000 нм. К сожалению, не показаны оптические фильтры, и не приведены значения длин волн и соответствующие им определяемые продукты горения.

3. На стр. 45 приведено выражение (42), однако в тексте не дано описание определяемого параметра $n(T)$.

4. На рис. 18, стр. 81 приведена структура лазерно-оптического прибора. В описании не указан тип лазера, режим его работы, сравнение с временем регистрации при помощи ПЗС.

5. В конструкции приборов подробно описаны оптические и электронные узлы, однако практически не рассматривается вопрос о влиянии механических факторов - вибраций, микроперемещений и температурных деформаций на стабильность оптического канала. Для приборов, работающих в реальных условиях, такие воздействия могут быть существенными.

6. Экспериментальная часть демонстрирует высокие показатели чувствительности и быстродействия разработанных приборов и методик контроля, однако отсутствует анализ долговременной стабильности приборов. Для систем непрерывного мониторинга важно понимать, как изменяются параметры в течение месяцев эксплуатации и требуется ли периодическая калибровка.

Представленные замечания не снижают общей положительной оценки, однако их рассмотрение позволило бы повысить техническую завершенность исследования.

8. Заключение. Диссертация Параскуна Артура Сергеевича представляет собой последовательно изложенную, выполненную на должном уровне, завершенную научно-квалификационную работу. В работе представлены научно-обоснованные технические и методологические решения, направленные на повышение эффективности технических средств и

методов диагностики газовой среды, раннего обнаружения признаков возгорания, позволяющие уменьшить время отклика, и вероятность ложных срабатываний, повысить достоверность принимаемых решений, имеющих существенное значение для развития страны.

Считаю, что диссертационная работа Параскуна А. С. по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости результатов соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а ее автор, Параскун Артур Сергеевич, заслуживает присуждения ученой 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 кафедрой «Теоретическая электротехника», ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», доктор технических наук (05.11.13), профессор

«02» апреля 2026 г.  Кузнецов Андрей Альбертович

644046, Омская область, город Омск, пр-кт Карла Маркса, д. 35
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»
(ОмГУПС) тел. +7 (3812) 31-06-22, e-mail: kuznetsovAA@omgups.ru

Подпись Кузнецова Андрея Альбертовича заверяю,
начальник УКД и ПО ОмГУПС

«02» апреля 2026 г.  Попова Ольга Николаевна

Я, Кузнецов Андрей Альбертович, 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. 