

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

д. ф.-м.н. Лободы Егора Леонидовича

на диссертацию Лисакова Сергея Анатольевича

"Быстродействующая многоточечная оптико-электронная система контроля пламени и определения его пространственных координат",

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Актуальность. В диссертационной работе Лисакова Сергея Анатольевича рассмотрен круг задач, связанный с разработкой оптико-электронной системы контроля пламени на пожаровзрывоопасных технологических объектах, обладающей высоким быстродействием, устойчивостью к воздействию оптических помех и возможностью определения трехмерных координат пламени в объекте сложной геометрической формы. Необходимость создания и эксплуатации таких систем и комплексов обусловлена безопасностью технологических объектов, где используются взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества. При этом эффективное взрывоподавление достигается путем локализации взрыва на начальном этапе пламенного горения, что приводит к появлению повышенных требований к быстродействию и точности обнаружения и обработки сигнала.

Таким образом, тема диссертационной работы Лисакова Сергея Анатольевича является важной и **актуальной, как с практической, так и с фундаментальной точки зрения.**

Диссертационная работа Лисакова С.А. состоит из введения, четырех глав, заключения, содержащего основные результаты и выводы, списка литературы и приложения, содержащего акты внедрения результатов диссертационной работы. Работа содержит 145 страниц, 45 рисунков, 10 таблиц и список литературы из 112 наименований.

Целью работы является разработка принципа построения и создание быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы контроля для обнаружения координат пламени в охраняемом техногенном объекте сложной геометрической формы.

Научная новизна результатов диссертационной работы Лисакова С.А. заключается в следующем: предложен новый принцип построения многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени с высоким быстродействием; разработан метод, основанный на полиномиальной регрессии, для определения координат пламени в условиях запыленности объекта с учетом характеристик охраняемого объекта, количества, расположения и ориентации датчиков; с применением методов математического моделирования предложен способ адаптации представленной оптико-электронной системы контроля пламени под геометрические характеристики охраняемого объекта, который основан на принципах оптимизации количества и пространственного размещения датчиков; впервые разработана экспериментальная методика нахождения погрешности определения пространственных

координат пламени, основанная на определении координат тестовых очагов горения в реперных точках исследуемого объема.

Основные научные результаты:

1. Сформулирован принцип построения быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы контроля пламени и ее настройки под сложные геометрические параметры охраняемого объекта, обеспечивающий требуемую точность и быстродействие определения координат пламени.
2. Разработан метод определения пространственных координат пламени с помощью математического моделирования, который основан на получении функции полиномиальной регрессии выходных сигналов датчиков.
3. Предложен способ адаптации оптико-электронной системы под характеристики конкретного охраняемого объекта сложной геометрической формы, позволяющий минимизировать число датчиков, оптимизировать их пространственное расположение и ориентацию для достижения требуемых параметров быстродействия и точности обнаружения пламени.
4. Разработано техническое решение быстродействующей многоточечной оптико-электронной системы и некоординатных оптико-электронных датчиков, определены спектральные интервалы работы системы в средневолновом ИК-диапазоне для контроля пламени и подавления оптических помех.
5. Разработана новая методика определения погрешности определения пространственных координат пламени, основанная на создании объемного испытательного стенда с тестовыми очагами горения в реперных точках.
6. Проведены экспериментальные исследования спроектированной оптико-электронной системы в лабораторных условиях и в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации.

Практическое значение работы заключается в следующем:

1. Определены оптимальные спектральные интервалы в средневолновом ИК-диапазоне для контроля пламени углеводородовоздушных смесей и оптических помех от излучения ламп накаливания и нагретых тел.
2. Сформулирован принцип построения некоординатных оптико-электронных датчиков (НОЭД), позволяющий исключить влияние оптических помех в виде фоновой засветки от ламп накаливания до 600 лк и нагретых тел до 350 °С за счет компенсационного подавления помех.
3. Разработано программное обеспечение для определения количества, ориентации и месторасположения НОЭД с учетом геометрических параметров охраняемого объекта для построения многоточечной оптико-электронной системы обнаружения пламени с точностью определения координат не ниже 15%.

4. Разработанные подходы построения многоточечной системы обнаружения пламени могут использоваться для проектирования быстродействующих автоматических комплексов пожаровзрывоподавления в технологических объектах.
5. Разработан измерительный стенд для нахождения погрешности определения пространственных координат пламени многоточечной оптико-электронной системой.

Достоверность полученных результатов обеспечивается строгой физической обоснованностью и корректностью постановки задачи, использованием современного измерительного оборудования и методов обработки данных, а также непротиворечивостью и повторяемостью результатов, сравнением полученных экспериментальных данных с расчетными.

Таким образом, результаты, представленные в рецензируемой диссертации можно квалифицировать как законченное **решение имеющей важное научно-практическое значение задачи**, связанной с разработкой оптико-электронной системы контроля и обнаружения координат пламени.

Личный вклад в выполненные исследования отражен лаконично и не допускает неоднозначной трактовки.

Полнота изложения материалов диссертации **достаточно высока**. По теме диссертационного исследования в соавторстве **опубликовано 40** научных работ, в том числе 9 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 13 статей в журналах, входящих в международную систему цитирования Scopus, 11 статей в сборниках международных и всероссийских научно-технических конференций, 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертационной работы неоднократно **доклаживались** на Российских и Международных конференциях.

Содержание автореферата **соответствует** основным положениям диссертации.

Следует отметить, что наряду с достоинствами рецензируемая работа имеет следующие **недостатки**:

1. Стр. 54-57, раздел 2.4.2.1: Непонятно как учитывается угол обзора выбранного датчика и производится исключение «слепых зон» для помещений со сложной конфигурацией.
2. Стр. 75-76: На рис. 3.2 представлена спектральная энергетическая светимость огненного шара при горении метановоздушной смеси. Очевидно, что спектр излучения продуктов горения чистых газов будет существенно отличаться от спектра излучения пламени при наличии более широкого круга газообразных продуктов горения и при наличии конденсированных продуктов горения (сажи). Изменится ли выбор спектральных интервалов и расчетное значение обобщенного критерия оптимальности $Q(\lambda)$ для выбранных фотодиодов в случае наличия в пламени большой концентрации конденсированных продуктов горения (дыма, сажи)?

3. Стр. 122: Для исследования точности определения пространственных координат тестового очага пожара задается шесть точек в пространстве, четыре из которых располагаются в нижних углах помещения, одна по центру на полу и шестая – в углу помещения на некоторой высоте. Непонятно как будет система работать при расположении очага пожара на некотором удалении от стен помещения и на некоторой высоте от пола.
4. Вызывает вопрос работоспособность системы обнаружения очага пожара и точность определения координат очага пожара при наличии различных отражений излучения пламени и источников помех от различных поверхностей в охраняемом помещении.
5. В тексте диссертации имеются ряд опечаток и шероховатостей стилистического плана, не влияющие в целом на понимание и восприятие работы.


Заключение. Диссертация Лисакова Сергея Анатольевича «Быстродействующая многоточечная оптико-электронная система контроля пламени и определения его пространственных координат» является законченной научно-квалификационной работой.

Отмеченные недостатки *не влияют на основные результаты*, полученные в диссертации, и *не изменяют её общую положительную оценку*.

Считаю, что работа Лисакова Сергея Анатольевича **удовлетворяет требованиям** п.п. 8-10 в соответствии с Порядком присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 93/од от 06.12.2018) предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Методы исследования и полученные автором результаты свидетельствуют о высокой квалификации соискателя. Считаю, что Лисаков Сергей Анатольевич **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Лобода Егор Леонидович, заведующий кафедрой физической и вычислительной механики, доцент, доктор физико-математических наук,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, www.tsu.ru,
тел. (3822) 529-669, loboda@mail.tsu.ru,



(подпись) Е.Л. Лобода

30.07.2020



ПОДГ
ЛОКУ
УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ

И. В. АНРИЕНКО