

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Алексеева Александра Сергеевича «Разработка и исследование первичных оптико-волоконных преобразователей для автоматизированной системы радиационного контроля и управления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Актуальность темы диссертационной работы Алексеева А.С. обусловлена проблематикой автоматизации процессов радиационного и управления на предприятиях атомной отрасли и в ядерной медицине. Существуют условия, когда в присутствии сильных электромагнитных полей необходимо проводить удаленный мониторинг параметров радиационных источников для того, чтобы, при отклонении значений которых от заданных в определенном диапазоне, формировать управляющие сигналы на исполнительные механизмы, например, при эксплуатации систем MRI/LINAC для радиотерапии пациентов под контролем магнитно-резонансной томографии. Такой мониторинг одновременно может требовать особых геометрических конфигураций датчиков для наиболее эффективного преобразования уровня радиационного излучения в полезный сигнал, при этом указанные датчики должны обладать достаточной радиационной стойкостью. Для решения таких задач интересным направлением является разработка оптико-волоконных преобразователей радиационного излучения, которые по сравнению с традиционными аналогами позволяют проводить необходимые измерения удаленно, обладают чувствительностью к различным видам излучения, электромагнитной помехозащищенностью, радиационной стойкостью. Ввиду достаточной гибкости оптического волокна такие датчики могут быть различной геометрической конфигурации. На основе радиочувствительных оптико-волоконных преобразователей могут быть организованы многоканальные распределенные системы радиационного контроля и управления. Таким образом, диссертационная работа Алексеева А.С. посвящена решению актуальной задачи — разработке и исследованию оптико-волоконных преобразователей для применения в автоматизированных системах радиационного контроля и управления.

В структуре диссертации введение, пять глав, заключение, библиография и 1 приложение. Содержание диссертации изложено на 159 страницах, из которых 133 страницы текста с рисунками, 27 страниц библиографии, акт использования результатов диссертационной работы. Диссертационная работа выполнялась в НИТИ им. С.П.Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Содержание работы.

Во введении раскрывается актуальность темы диссертации, указаны цель и задачи исследования, обозначены научная новизна и практическая ценность основных результатов, сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации проводится анализ известных типов радиочувствительных датчиков, при этом отдельно рассматриваются преобразователи на базе оптических волокон. Анализируется многообразие методов, применяемых для численного моделирования процессов, связанных с радиационным переносом энергии.

Во второй главе представлено описание нового оптико-волоконного преобразователя для определения активностей радиационных источников на базе изотопов ^{63}Ni , ^{89}Sr , ^{90}Sr . Описывается численная модель для симуляции процесса взаимодействия радиационного бета-излучения с преобразователем и алгоритм расчетной программы для практической реализации численной модели. Представлены результаты экспериментальных исследований образца полученного оптико-волоконного преобразователя в сравнении с расчетными данными.

В третьей и четвертой главах диссертации подобным образом описываются предлагаемый оптико-волоконный преобразователь мощности дозы радиационного гамма-излучения и позиционно-чувствительный оптико-волоконный преобразователь. Функционал оптико-волоконных преобразователей определяется на основе численных и математических моделей. Приводятся результаты экспериментальных исследований образцов оптико-волоконных преобразователей в сравнении с результатами моделирования.

В пятой главе диссертантом предлагается концепт автоматизированной многоканальной системы радиационного контроля и управления с использованием ранее описываемых оптико-волоконных преобразователей для определения мощности дозы радиационного гамма-излучения, активности и положения радиационных источников. Описана реализация экспериментальных образцов такой системы.

В заключении приведены основные выводы по работе.

В приложении содержится акт внедрения основных результатов работы.

Следует отметить, что работа Алексева А.С. выполнена на высоком научно-техническом уровне, включает необходимые иллюстрации, главы логически согласованы между собой.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Научная новизна результатов, полученных диссертантом заключается в том, что в работе предложены новые оптико-волоконные преобразователи для определения различных параметров, таких как мощность дозы радиационного гамма-излучения, активность и положение радиационных бета-источников, для которых разработаны новые численные и математические модели, позволяющие определять их калибровочные функции, а также оптимизировать конструкции с позиций достижения максимальных значений чувствительности. К элементам новизны относится применение эффекта ослабления оптического сигнала в волокне для определения положения радиационных источников. Описываемая в работе многоканальная оптико-волоконная система радиационного контроля и управления с использованием указанных преобразователей также обладает степенью новизны, так как позволяет расширить функционал за счет подключения новых датчиков через универсальный интерфейс, а калибровочные функции датчиков определяются на основе соответствующих численных и математических моделей.

Достоверность основных результатов работы подтверждается на основе сравнения экспериментальных и расчетных данных для каждого из предложенных оптико-волоконных преобразователей, практической реализацией образцов предложенных преобразователей и автоматизированной системы радиационного контроля и управления.

Диссертационная работа прошла апробацию путем публикаций в научных изданиях и докладов на научно-технических конференциях. Основные результаты работы достаточно полно представлены в 27 публикациях, 9 из которых - в изданиях рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых Scopus. По теме диссертации автором получено 5 патентов на полезные модели и изобретения.

Практическая ценность результатов диссертационной работы состоит в том, что полученные оптико-волоконные преобразователи мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников могут быть положены в основу разработки новых автоматизированных оптико-волоконных систем радиационного контроля и управления. Предложенная оптико-волоконная многоканальная система радиационного контроля и управления позволяет проводить удаленный радиационный мониторинг различных параметров радиационных источников и может найти практическое применение на предприятиях атомной отрасли и в ядерной медицине.

Полученные в работе численные и математические модели для расчета параметров взаимодействия предложенных оптико-волоконных преобразователей с радиационным излучением, а также программный комплекс для их реализации могут применяться относительно расчета конструкций и нахождения калибровочных функций преобразователей, построенных на аналогичных принципах.

Акт внедрения результатов диссертационной работы подтверждает практический опыт использования полученных результатов в НИТИ им. С.П.Капицы УлГУ при выполнении исследований по тематическим планам НИР («Разработка оптоволоконных систем мониторинга состояния сухих хранилищ отработанного ядерного топлива»).

Несмотря на высокий научно-технический уровень диссертационной работы, она все же не лишена недостатков. Следует отметить ряд замечаний.

Замечания:

1. В случае с позиционно-чувствительным преобразователем не рассмотрена ситуация с наличием множественных источников радиационного излучения и корректностью определения их положения относительно сенсорного элемента преобразователя.
2. Проведено численное моделирование взаимодействия предложенного оптико-волоконного преобразователя для определения мощности дозы радиационного гамма-излучения, однако не понятно, рассматривался ли автором случай наклонного падения радиационного пучка на детектирующую поверхность преобразователя. На рисунке 3.7 показан только случай нормального падения радиационного пучка.
3. Существует некоторая небрежность в оформлении работы (в некоторых местах отсутствует ссылка (рис. 5.1) или нарушен порядок нумерации рисунков рис. 3.7, рис. 5.2).

Заключение

Перечисленные недостатки не умаляют ценности результатов, полученных в диссертационной работе. Она представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение важной научно-технической задачи в области разработки оптико-волоконных преобразователей для автоматизированных систем радиационного контроля и управления.

Представляемая к защите диссертация полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, которые установлены Положением о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК РФ, а ее автор Алексеев Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» за разработку новых оптико-волоконных преобразователей для автоматизированных систем радиационного контроля и управления.

Официальный оппонент

доктор технических наук, спец. 05.27.06,
профессор, директор Института нано- и
микросистемной техники МИЭТ



С.П.Тимошенко

Подпись профессора Тимошенко С.П. удостоверяю:
Ученый секретарь Ученого совета МИЭТ,
к.т.н., доцент



А.В.Козлов

Сведения об оппоненте:

Тимошенко Сергей Петрович
доктор технических наук, спец. 05.27.06,
профессор, директор Института нано- и микросистемной техники МИЭТ,
124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1,
тел.: (499) 720-87-68, web-сайт: <https://miet.ru/structure/s/2776/e/94047/399>,
e-mail: spt111@mail.ru