

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.2021 № 5

О присуждении Алексееву Александру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата ТЕХНИЧЕСКИХ наук.

Диссертация «Разработка и исследование первичных оптико-волоконных преобразователей для автоматизированной системы радиационного контроля и управления» по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» принята к защите 30.06.2021 (протокол заседания №3) диссертационным советом Д212.277.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (432027, Г.УЛЬЯНОВСК, УЛ.СЕВЕРНЫЙ ВЕНЕЦ, 32) №678/НК ОТ 18.11.2020.

Соискатель Алексей Александр Сергеевич 31 июля 1987 года рождения. В 2017 году соискатель окончил очную аспирантуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», работает младшим научным сотрудником в НИТИ им. С.П. Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском технологическом институте им. С.П. Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Светухин Вячеслав Викторович, директор Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-производственный комплекс «Технологический центр».

Официальные оппоненты:

1. **Тимошенков Сергей Петрович**, доктор технических наук, профессор, директор Института нано- и микросистемной техники Национального исследовательского университета «МИЭТ»;
 2. **Антонец Иван Васильевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры авиационной техники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Ульяновский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук в своем положительном отзыве, подписанном **Сергеевым Вячеславом Андреевичем**, доктором технических наук, профессором, директором УФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН указала, что диссер-

тационная работа А.С. Алексеева является завершенной научно-квалификационной работой, по объему и научному уровню полученных результатов отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (в ред. Постановлений Правительства РФ от 28.08.2017 №1024) и содержит новое решение важной научно-технической задачи улучшения эксплуатационных и функциональных характеристик оптико-волоконных преобразователей параметров радиационного излучения для применения в автоматизированных системах радиационного контроля и управления, 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».

Соискатель имеет 44 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 27 работ (17,9 печатных листов, авторский вклад - 37%), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ (6,81 печатных листов, авторский вклад 33%), 3 статьи, индексируемых Scopus, 5 патентов на полезные модели и изобретения.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Основные результаты работы представлены в следующих наиболее значительных работах:

1) S.G. Novikov, A.V. Berintsev, V.V. Svetukhin, A.S. Alekseyev, A.S. Chertoriyskiy, R.A. Kuznetsov, V.V. Prikhodko. Simulating a scintillation fiber detector of the activities of ionizing radiation sources // Results in Physics – 2016. – V.6 – P. 16–17.

2) А.В. Трегубов, С.Г. Новиков, В.В. Светухин, А.С. Алексеев, А.В. Беринцев, В.В. Приходько, А.Н. Фомин, А.Б. Муралев, Д.В. Марков. Комплекс мониторинга состояния сухих хранилищ отработанного ядерного топлива// Автоматизация процессов управления – 2017. – №2(48). – С.62-71.

3) Патент на полезную модель №154082 Многоканальная оптоволоконная дозиметрическая система / Новиков С.Г., Черторийский А.А., Беринцев А.В., Светухин В.В., Алексеев А.С.; патентообладатель — Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ульяновский государственный университет»; заявл. 27.03.2015; опубл. 10.08.2015.

На диссертацию и автореферат поступили 5 отзывов, все отзывы положительные. Отзывы поступили из:

1. **ФГБУН Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук.** Отзыв подписан заместителем директора по научной работе ФГБУН ИНМЭ РАН Павловым Александром Александровичем. **Замечания:** 1) На рисунке 11 автореферата присутствует смысловое несоответствие в содержании рисунка: показана аппаратная реализация образца системы в стоечной версии, а интерфейс программного обеспечения представлен для портативной версии.

2. **АО «Институт реакторных материалов».** Отзыв подписан доктором технических наук, экспертом Отдела научного и инновационного развития АО «ИРМ», Дьяковым Александром Андреевичем. **Замечания:** Замечаний нет.

3. **Филиал государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательский институт измерительных систем им Ю.Е.Седакова».** Отзыв подписан доктором технических

наук, главным конструктором филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седак-ова» **Титаренко Алексеем Александровичем**. **Замечания:** 1) В автореферате в полной мере не описана методика экспериментальных исследований оптоволоконного преобразователя мощности дозы радиационного излучения; 2) В тексте автореферата присутствуют опечатки: на странице 15, 3 абзац сверху: «линейные показатели ослабления на участках ОМ и ОL» (под участком ОМ очевидно подразумевается участок ОХ).

4. АО «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований». Отзыв подписан доктором технических наук, генеральным директором АО «ГНЦРФ Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» **Марковым Дмитрием Владимировичем**. **Замечания:** 1) При проведении экспериментальных исследований макета оптоволоконного преобразователя для определения положения радиационного источника в автореферате подразумевается, что для соединения счетчика фотонов и оптического коммутатора использовалось транспортное волокно, в какой степени это оказывает влияние на результат измерений? 2) на стр.10 в тексте автореферата не описано цифровое обозначение 3 рисунка 1.

5. ФГБОУ ВО УлГПУ им. И.Н. Ульянова. Отзыв подписан кандидатом физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО УлГПУ им. И.Н. Ульянова **Шишкаревым Виктором Вячеславовичем**. **Замечания:** 1) Следует выделить наличие незначительного количества опечаток и некорректное оформление подписей к некоторым рисункам, например: рисунок 9 - отсутствует расшифровка цифровых обозначений в подписи.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что С.П. Тимошенко и И.В. Антоненко обладают высокими компетенциями в области разработки элементов и устройств вычислительной техники и систем управления, наличием публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях по теме диссертационной работы, что позволило им определить научную и практическую ценность диссертации. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем.

Ведущая организация является широко известным научно-исследовательским учреждением в области разработки оптоволоконных датчиков, что полностью соответствует направленности представленной диссертации, обладает высококвалифицированными специалистами, имеющими публикации в высокорейтинговых российских и зарубежных изданиях в рамках указанной области. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований **разработаны:**

- новый оптоволоконный преобразователь (ОВП) для измерения активности радиационных источников бета-излучения с чувствительным элементом (ЧЭ) на базе сцинтилляционного волокна, калибровочная функция преобразования которого определяется на основе предложенной численной модели;
- новый ОВП для определения мощности дозы радиационного гамма-излучения с ЧЭ на основе комбинации пластикового сцинтиллятора и спектросмещающего волокна, для достижения максимальной чувствительности которого параметры ЧЭ рассчитываются на основе предложенной численной модели;

– новый ОВП для определения положения точечного радиационного бета-источника на основе ослабления оптического излучения в волокне с ЧЭ, содержащим сцинтилляционное волокно, калибровочная функция преобразования которого определяется с использованием предложенной математической модели;

– новая многоканальная оптико-волоконная система радиационного контроля и управления, позволяющая комплексировать измерительную информацию с удаленных ОВП различных видов радиационного излучения, подключаемых универсальным образом, при этом функциональное назначение преобразователей определяется программно с использованием соответствующих численных и математических моделей.

предложены:

– численная модель, описывающая взаимодействие ЧЭ ОВП для измерения активности радиационных источников с бета-излучением, учитывающая параметры радиационного источника, конструкции ОВП и их взаимного расположения, с помощью которой получена калибровочная функция преобразования, имеющая линейный вид;

– численная модель, описывающая взаимодействие ЧЭ ОВП для определения мощности дозы радиационного излучения с гамма-излучением с учетом параметров радиационного источника, конструкции ОВП и их взаимного расположения, с помощью которой получена калибровочная функция преобразования и рассчитаны параметры ЧЭ ОВП, при которых крутизна функции чувствительности преобразователя имеет наибольшее значение;

– математическая модель, построенная на эффекте ослабления оптического сигнала в волокне, позволяющая преобразовать значения мощностей оптических сигналов на выходах преобразователя в значения координаты положения радиационного источника.

доказано:

– новый первичный ОВП с ЧЭ на базе сцинтилляционного волокна позволяет определять активности радиационных источников бета-излучения на основе радиоизотопов ^{63}Ni , ^{89}Sr , ^{90}Sr , используя линейную калибровочную функцию преобразования, полученную с помощью предложенной численной модели и позволяющую переводить результаты измерения мощности оптического сигнала на выходе ОВП в единицы активности в диапазоне 0-100 мКи;

– новый первичный ОВП на основе комбинированного ЧЭ на базе пластикового сцинтиллятора и спектросмещающего волокна с чувствительностью $3,23 \cdot 10^5$ имп./мГр позволяет проводить измерения мощности дозы радиационного гамма-излучения в диапазоне 0-17 мГр/с с помощью калибровочной функции преобразования значений мощности оптического сигнала на выходе ОВП в единицы мощности дозы радиационного гамма-излучения, определяемой на основе предложенной численной модели;

– новый первичный ОВП на основе эффекта ослабления оптического сигнала в сцинтилляционном волокне позволяет определять положение точечного радиационного источника бета-излучения путем преобразования значений мощностей оптических сигналов на выходах сцинтилляционного волокна длиной до 5 м в значения координаты положения радиационного источника с помощью предложенной математической модели;

– новая многоканальная оптико-волоконная система радиационного контроля и управления, включающая первичные ОВП мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников с унифицированными оптическими интерфейсами обеспечивает возможность расширения функционала за счет подключения новых первичных ОВП и определения для них специальных калибровочных функций на основе численных и математических моделей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано:

– калибровочные функции первичного ОВП на базе сцинтилляционного волокна для определения активности радиационных источников на базе радиоизотопов ^{63}Ni , ^{89}Sr , ^{90}Sr , полученные с помощью предложенной численной модели в диапазоне активностей 0-100 мКи имеют линейный вид;

– предложенная численная модель, учитывающая параметры радиационного источника, параметры конструкции ОВП мощности дозы гамма-излучения и их взаимное расположение, позволяет получить оптимальные геометрические размеры чувствительного элемента ОВП на основе анализа рассчитанной для него функции чувствительности в диапазоне значений мощности дозы 0-17 мГр/с;

– предложенная математическая модель на основе эффекта ослабления оптического сигнала в волокне позволяет связать данные о значениях мощностей оптических сигналов на выходах ОВП со значениями координаты положения радиационного бета-источника.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы численного и математического моделирования, теории вероятности, статистической теории;

изложены результаты численного и математического моделирования для разработанных ОВП в сравнении с данными, полученными в результате их экспериментальных исследований;

изучено влияние геометрических размеров ЧЭ на чувствительность разработанных ОВП.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в НИТИ им. С.П.Капицы УлГУ при проведении научно-исследовательских работ «Разработка оптоволоконных систем мониторинга состояния сухих хранилищ отработанного ядерного топлива», соглашение - №14.577.21.0074 от 05.06.2014, шифр — 2014-14-579-0005-014:

– конструкции первичных ОВП для определения мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников, их численные и математические модели взаимодействия с радиационным излучением для применения в составе оптоволоконной системы безопасности сухого хранилища отработанного ядерного топлива;

– автоматизированная система радиационного контроля и управления для применения в составе оптоволоконной системы безопасности сухого хранилища отработанного ядерного топлива.

определены возможности и условия применения предложенных ОВП для опреде-

ления мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников;

создан комплекс программного обеспечения для автоматизированной системы радиационного контроля и управления, представляющий собой набор модулей, реализующий:

- сбор измерительной информации с ОВП;
- нахождение калибровочных функций ОВП с помощью выбранных численных и математических моделей;
- перевод значений мощностей оптических сигналов на выходах ОВП в заданные единицы на основании найденных функций преобразования;
- накопление и визуализацию полученных данных;
- управление исполнительными устройствами и сигнализацией на основе измерительной информации с ОВП;

создана методическая основа для дальнейших разработок и исследований новых ОВП на основе специальных оптических волокон, а также автоматизированных систем радиационного контроля и управления на их основе;

представлены новые результаты экспериментальных исследований ОВП в широком диапазоне активностей и энергетических спектров радиационных источников, мощностей доз радиационного гамма-излучения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ:

- разработанные ОВП и автоматизированная система радиационного контроля и управления практически реализованы в экспериментальных образцах;
- результаты получены с методически правильным применением поверенного дозиметрического оборудования и радиационных источников с известными метрологическими характеристиками;

теория не противоречит известным физическим принципам и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового мирового и российского опыта в области разработки ОВП и систем радиационного контроля и управления на их основе;

установлено, что результаты теоретических расчетов, полученные при помощи предложенных численных и математических моделей согласуются с результатами экспериментальных исследований реализованных образцов разработанных ОВП;

использованы современные методы компьютерного моделирования и обработки результатов измерений, проведен предварительный аналитический обзор результатов и достижений в исследуемой области.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах выполнения исследования, включая разработку и исследование экспериментальных образцов ОВП для измерения мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников и автоматизированной системы радиационного контроля и управления, численное и математическое моделирование, патентование, подготовку результатов выполненных исследований к публикации, их апробацию на всероссийских и международных конференциях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

На заседании 29.09.2021 диссертационный совет принял решение: за новые

научно-обоснованные технические решения в области разработки оптоволоконных преобразователей для применения в автоматизированных системах радиационного контроля и управления присудить Алексею А.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 1, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета



Ярушкина Надежда Глебовна

Ученый секретарь
диссертационного совета

Наместников Алексей Михайлович

29.09.2021