



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «УлГУ»

д.ф.м.н., профессор

Б.М.Костишко

«20» мая 2021г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный университет»

(полное официальное название организации в соответствии с уставом)

Диссертация «Разработка и исследование первичных оптико-волоконных преобразователей для автоматизированной системы радиационного контроля и управления»

(название диссертации)

выполнена в НИТИ им. С.П.Капицы УлГУ

(наименование учебного или научного структурного подразделения)

В период подготовки диссертации соискатель Алексеев Александр Сергеевич

((фамилия, имя, отчество - при наличии (полностью))

работал в Научно-исследовательском технологическом институте

(полное официальное название организации в соответствии с уставом,

им.С.П. Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»,

(наименование учебного или научного структурного подразделения, должность)

младшим научным сотрудником

(наименование учебного или научного структурного подразделения)

В 2010г. окончил ИФФВТ ФГБОУ ВО «УлГУ» по

(наименование образовательного учреждения высшего профессионального образования)

специальности магистр по направлению «Физика» специализация «Физика

(наименование специальности)

конденсированного состояния вещества»

Сдача кандидатских экзаменов соискателем подтверждается соответствующими справками.

Научный руководитель (консультант) - Светухин Вячеслав Викторович,

(фамилия, имя, отчество - при наличии (полностью))

директор Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Научно-производственный комплекс «Технологический центр»

(основное место работы полное официальное название организации в соответствии с уставом,

наименование структурного подразделения, должность)

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена проблематикой обеспечения радиационной безопасности объектов атомной энергетики. В

настоящее время контроль радиационной обстановки и управление исполнительными механизмами и системой оповещения, как правило, осуществляется посредством специальных автоматизированных систем. Однако, требования к подобным системам существенно возросли. Появились новые объекты мониторинга, ранее не рассматриваемые в качестве представляющих опасность. Качество и достоверность результатов радиационного контроля таких объектов необходимы для своевременного принятия решений по устранению опасных для жизни человека и окружающей среды последствий. При этом, автоматизация процессов контроля и измерения параметров, характеризующих состояние источников ионизирующих излучений, реакторной техники, технологических процессов получения изотопов, радиационных источников для ядерной медицины, распределенных радиационных полей, хранилищ и захоронений радиоактивных материалов, сухих и мокрых хранилищ отработанного ядерного топлива, конструкций и строений (реакторные помещения) и др. требует разработки новых типов преобразователей для применения в новых высокоэффективных дистанционных точечных и распределенных системах радиационного контроля и управления. Одним из перспективных направлений в решении этой задачи является разработка волоконных преобразователей и автоматизированных систем радиационного контроля и управления на их основе. Использование подобного рода преобразователей и систем позволяет в большинстве случаев решить вопросы длительного временного, пространственно-распределенного, а также пооперационного мониторингов физических параметров, определяющих безопасность процессов в атомной отрасли, и осуществлять эффективное управление сигнализацией и исполнительными механизмами.

Целью диссертационной работы является разработка и исследование новых волоконных преобразователей радиационного излучения с улучшенными эксплуатационными характеристиками, в том числе с расширенными функциональными возможностями, позволяющими определять мощность дозы гамма- радиационного излучения, активность и положение бета-радиационных источников для применения в многоканальных автоматизированных системах радиационного контроля и управления.

Цель диссертационной работы достигается решением следующих задач:

1. Разработка, моделирование и экспериментальные исследования нового первичного оптико-волоконного преобразователя для измерения активности радиационных источников бета-излучения;
2. Разработка, моделирование и экспериментальные исследования нового первичного оптико-волоконного преобразователя для измерения мощности дозы радиационного гамма-излучения;

3. Разработка, моделирование и экспериментальные исследования нового первичного оптико-волоконного преобразователя для определения положения точечного радиационного источника бета-излучения;
4. Разработка многоканальной системы радиационного контроля и управления с использованием новых первичных оптико-волоконных преобразователей в качестве элементов системы с возможностью расширения функционала за счет подключения дополнительных оптико-волоконных преобразователей.

Объектами исследования являются новые оптико-волоконные преобразователи для применения в составе автоматизированной системы радиационного контроля и управления.

При решении поставленных задач использовались методы синтеза и анализа, математического и численного моделирования, теории статистики, теории вероятности.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что:

1. Впервые предложены оптико-волоконный преобразователь для измерения активности радиационных источников бета-излучения с чувствительным элементом на основе сцинтилляционного волокна и новая численная модель взаимодействия сцинтилляционного волокна с бета-излучением, учитывающая параметры радиационного источника, конструкции волоконного преобразователя и их взаимного расположения, с помощью которой получена калибровочная функция преобразования, имеющая линейный вид;
2. Предложены новый оптико-волоконный преобразователь для определения мощности дозы радиационного гамма-излучения с чувствительным элементом на основе комбинации пластикового сцинтиллятора и спектросмещающего волокна и новая численная модель, описывающая взаимодействие чувствительного элемента с гамма-излучением с учетом параметров радиационного источника, конструкции волоконного преобразователя и их взаимного расположения, с помощью которой рассчитаны параметры чувствительного элемента, при которых крутизна функции чувствительности преобразователя имеет наибольшее значение;
3. Предложен новый оптико-волоконный преобразователь для определения положения точечного радиационного бета-источника с чувствительным элементом, содержащим сцинтилляционное волокно, позволяющий проводить измерения мощностей оптических сигналов на выходах преобразователя, которые интерпретируются в значения координаты положения радиационного источника с помощью специально

разработанной новой математической модели, основанной на ранее не применявшемся эффекте ослабления оптического сигнала в волокне;

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

Практическая ценность работы состоит в следующем.

1. Разработаны новые первичные оптико-волоконные преобразователи мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников, которые могут быть применены в составе предложенной системы радиационного контроля и управления или аналогичной;
2. Разработана новая оптико-волоконная многоканальная система радиационного контроля и управления с оптическим интерфейсом для реализации возможности подключения оптико-волоконных сенсорных элементов различных типов, позволяющий дистанционно проводить измерения в целях контроля радиационной обстановки на объектах атомной отрасли, в частности, в сухих хранилищах отработанного ядерного топлива.
3. Разработано встроенное программное обеспечение для микроконтроллерной системы, входящей в состав измерительного блока, которое реализует подсчет электрических импульсов, поступающих со счетчика фотонов, которое может быть использовано при программировании микропроцессорных систем аналогичного назначения;
4. Разработано кроссплатформенное программное обеспечение для персонального компьютера, которое управляет сбором измерительной информации, реализует нахождение калибровочной функции для сенсорного элемента в соответствии с расчетной моделью и экспериментальными данными, отображение результатов измерений в единицах активности, мощности дозы, координат, которое может найти практическое применение на объектах атомной отрасли;
5. Разработано программное обеспечение для одноплатного микрокомпьютера, которое управляет сбором измерительной информации, реализует нахождение калибровочной функции для сенсорного элемента в соответствии с расчетной моделью и экспериментальными данными, отображение результатов измерений в единицах активности, мощности дозы, координат с возможностью сенсорного управления, которое может

- быть адаптировано для практических приложений, связанных с мониторингом параметров различных радиационных источников и выработкой соответствующих сигналов управления на его основе;
6. Разработано программное обеспечение для реализации численной модели для первичного оптико-волоконного преобразователя для измерения активности источников бета-излучения в составе системы радиационного мониторинга, которое может быть использовано для расчета конструкции и калибровки аналогичных оптико-волоконных сенсорных элементов;
 7. Разработано программное обеспечение для реализации численной модели первичного оптико-волоконного преобразователя для измерения мощности дозы радиационного гамма-излучения в составе системы радиационного контроля и управления, которое может быть использовано для расчета конструкции и калибровки аналогичных оптико-волоконных сенсорных элементов.

Достоверность работы подтверждается на основе результатов математического и численного моделирования конструкций предложенных волоконных преобразователей, соответствием данных, полученных в процессе экспериментальных исследований практически реализованных образцов предложенных волоконных преобразователей результатам моделирования, практической реализацией образцов предложенной в работе многоканальной волоконно-оптической системы радиационного контроля и управления.

Результаты диссертационной работы использованы в НИТИ им. С.П.Капицы УлГУ для улучшения эксплуатационных характеристик оптоволоконной системы мониторинга состояния сухого хранилища отработанного ядерного топлива при проведении исследований по тематическим планам НИР.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на: The 2015 2nd International Conference on Advanced Engineering Technology (Южная Корея, Инчхон, 2015г.), Научно-технической конференции «Институту реакторных материалов 50 лет» (г.Екатеринбург, 2017г.), «Всероссийской конференции по волоконной оптике – 2017» (г.Пермь, 3-6 октября 2017г.), Международной научно-практической конференции «Ядерная медицина и лучевая терапия: современное состояние и ближайшие перспективы» (г.Москва, 7 декабря 2017г.), VII Международной конференция по фотонике и информационной оптике (г.Москва, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 24-26 января 2018г.), International Scientific–Practical Conference «INFORMATION INNOVATIVE TECHNOLOGIES» (Prague, 2018г.), XV Всероссийском молодежном Самарском конкурсе-конференции научных работ по оптике и лазерной физике (Самара, 13–17 ноября 2018г.), «Всероссийской конференции по волоконной оптике - 2019» (г.Пермь, 8-11 октября 2019г.).

Представленная диссертационная работа Алексеева А.С. является самостоятельным, завершенным научным исследованием и полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ, в том числе 9 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 5 патентов на полезные модели и изобретения. В опубликованных работах содержатся основные результаты проделанной работы.

Диссертация «Разработка и исследование первичных оптико-волоконных преобразователей для автоматизированной системы радиационного контроля и управления»

(название диссертации)

Алексеева Александра Сергеевича

Рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Заключение принято на расширенном заседании научно-технического совета Научно-исследовательского технологического института им. С.П. Капицы Ульяновского государственного университета.

Присутствовали на заседании 12 чел. Результаты голосования: «за» - 12 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол от 19.05.2021г.

Ром

Фомин А.Н., к.т.н., директор НИТИ им. С.П. Капицы
УлГУ

(фамилия, имя, отчество — при наличии, ученая степень, ученое звание,
наименование структурного подразделения, должность)

