

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Алексева 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»

### 1. Структура и содержание работы

Диссертация выполнена в НИТИ им. С.П.Капицы ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографии и 1 приложения. Общий объем диссертации - 159 страниц, из них 133 страницы текста, включая 51 рисунок, акт использования результатов диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, описаны цель и задачи, научная новизна, показана практическая значимость полученных результатов, сформулированы выносимые на защиту научные положения.

В первой главе диссертации проведен анализ известных в настоящее время преобразователей, в том числе волоконных, систем радиационного контроля и управления на их основе. Проведен анализ методов численного моделирования взаимодействия радиационного излучения с веществом. В результате проведенного анализа поставлена цель исследования и соответствующие задачи. Установлено, что для достижения поставленной цели целесообразны разработка, моделирование и исследование оптико-волоконных преобразователей на базе специальных оптических волокон, которые в дальнейшем могут быть подключены к системе радиационного контроля и управления.

Во второй главе представлены результаты разработки, моделирования и экспериментальных исследований нового первичного оптико-волоконного преобразователя для измерения активностей источников радиационного бета-излучения на базе изотопов  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  для применения в составе автоматизированной системы радиационного контроля и управления.

В третьей главе представлены результаты разработки, моделирования и экспериментальных исследований нового первичного оптико-волоконного преобразователя для определения мощности дозы радиационного гамма-излучения для автоматизированной системы радиационного контроля и управления.

В четвертой главе предложен новый первичный оптико-волоконный преобразователь для определения положения точечного радиационного источника бета-излучения на основе эффекта ослабления оптического сигнала в волокне для применения в составе системы радиационного контроля и управления и подробно рассмотрена его математическая модель. Приведены результаты экспериментальных исследований макета предложенного оптико-волоконного преобразователя.

В пятой главе предлагается новая многоканальная система радиационного контроля и управления с использованием предложенных первичных волоконных преобразователей в качестве элементов системы, которая позволяет проводить детектирование мощности дозы излучения, активности и положения радиационных источников различных видов.

## **2. Актуальность темы**

Концепция оптико-волоконных преобразователей для применения в системах радиационного контроля и управления на предприятиях атомной отрасли в настоящее время не теряет своей актуальности. Применение преобразователей такого типа обеспечивает ряд эксплуатационных преимуществ перед использованием традиционных аналогов: датчики обладают высокой электромагнитной помехозащищенностью и радиационной стойкостью, позволяют охватывать достаточно большие обследуемые площади и не требуют электрического питания. Также, оптические волокна легко мультиплексировать, что позволяет создавать многоканальные автоматизированные системы радиационного контроля и управления. В связи с этим, соискателем решается важная и актуальная задача разработки и исследования новых оптико-волоконных преобразователей для автоматизированных систем радиационного контроля и управления.

## **3. Научно-технический уровень и научная новизна результатов**

Наиболее значимыми результатами, обладающими признаками научной новизны являются:

– новый оптико-волоконный преобразователь на базе сцинтилляционного волокна для измерения активности радиационных источников бета-излучения и новая численная модель его взаимодействия с радиационным бета-излучением, учитывающая параметры радиационного источника, конструкции волоконного преобразователя и их взаимного расположения, с помощью которой получена калибровочная функция преобразования;

– 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 его взаимодействие с гамма-излучением с учетом параметров радиационного источника, конструкции волоконного преобразователя и их взаимного расположения, с помощью которой рассчитаны параметры чувствительного элемента, при которых достигается максимальная чувствительность преобразователя;

– новый оптико-волоконный преобразователь для определения положения точечного радиационного бета-источника с чувствительным элементом из сцинтилляционного волокна и новая математическая модель, использующая ранее не применявшийся эффект ослабления оптического сигнала в волокне и позволяющая, основываясь на измерении мощностей оптических сигналов на выходах преобразователя, определять значение координаты положения радиационного источника.

– новая многоканальная оптико-волоконная система радиационного контроля и управления, позволяющая получать измерительную информацию с

удаленных опτικο-волоконных преобразователей различных типов, подключаемых универсальным образом, при этом функциональное назначение преобразователей определяется программно с использованием соответствующих численных и математических моделей.

Адекватность полученных соискателем результатов диссертационной работы подтверждается соответствием результатов математического и численного моделирования взаимодействия предложенных волоконных преобразователей с радиационным излучением результатам экспериментальных исследований их практически реализованных образцов, практической реализацией образца предложенной в работе многоканальной опτικο-волоконной системы радиационного контроля и управления.

#### **4. Практическая значимость результатов диссертационной работы**

Разработанные первичные опτικο-волоконные преобразователи мощности дозы радиационного излучения, активности и положения радиационных источников могут быть применены в составе предложенной системы радиационного контроля и управления или аналогичной. Разработанная опτικο-волоконная многоканальная система радиационного контроля и управления позволяет дистанционно проводить измерения в целях контроля радиационной обстановки и может быть применена на объектах атомной отрасли или ядерной медицины.

Практическое значение имеют разработанные в работе численные и математические модели, описывающие взаимодействия предложенных опτικο-волоконных преобразователей с радиационным излучением и могут применяться для расчета конструкций и калибровки аналогичных опτικο-волоконных датчиков.

Практическую ценность имеет программный комплекс, реализующий функции сбора, обработки, интерпретации, визуализации получаемых с опτικο-волоконных преобразователей и может быть использовано с последующей адаптацией для практических приложений, связанных с мониторингом параметров различных радиационных источников и выработкой соответствующих сигналов управления на его основе.

#### **5. Замечания по диссертации**

1. В работе отсутствует сравнительная оценка технических характеристик опτικο-волоконных преобразователей радиационного излучения с техническими характеристиками эталонных датчиков или эталонного источника радиационного излучения.

2. Выбор численной модели для регистрации активности радиационных источников бета-излучения осуществлен без должного обоснования.

3. Если речь идет об использовании численных методов и численных алгоритмов (в частности, оценке адекватности математической модели), то как можно оценить их точность?

4. Из уравнения 3 (стр.15 автореферата) невозможно определить линейные показатели ослабления  $\mu_1$  и  $\mu_2$ . Лишь только в случае  $\mu_1 = \mu_2$  (что справедливо для случая потерь лишь в оптическом волокне) это определение возможно. Тогда зачем вводить  $\mu_1$  и  $\mu_2$ ?

5. Имеются замечания по оформлению иллюстраций, схем (стр.11, 13, 14, 16 и т.д.). Следовало бы использовать стандартные нотации, соблюдать ГОСТ.

6. В тексте диссертации и автореферата имеются большое количество ошибок и опечаток (до 3-4 на страницу текста). При оформлении текста также следовало бы соблюдать правила технического редактирования. Погрешности в оформлении затрудняют чтение и понимание работы.

Указанные недостатки не снижают значимость и ценность полученных Алексеевым А.С. результатов.

### **Заключение**

Диссертация Алексеева А.С. является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована как совокупность научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в области приборостроения, в частности, в области разработки преобразователей для автоматизированных систем радиационного контроля и управления.

В целом, работа Алексеева А.С. выполнена на высоком научно-техническом уровне, написана с соблюдением литературных норм, в полной мере проиллюстрирована. По теме диссертации опубликовано в общей сложности 27 работ, основные результаты представлены в 9 рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, также автором получено 5 патентов на полезные модели и изобретения. Полученные результаты были использованы в НИТИ им. С.П. Капицы УлГУ при выполнении исследований по тематическим планам НИР («Разработка оптоволоконных систем мониторинга состояния сухих хранилищ отработанного ядерного топлива»), что подтверждается актом внедрения.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Как следует из вышеизложенного, представленная диссертационная работа Алексеева А.С. по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а ее автор Алексеев Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной выше специальности.

### **Официальный оппонент**

доктор технических наук, спец. 05.13.05,  
доцент, профессор кафедры авиационной  
техники Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Ульяновский институт гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»



И.В. Антонев

Подпись доцента Антонца И.В. удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета УИГА,

канд.техн.наук, доцент



Д.И. Сагитов

Сведения об оппоненте:

Антонец Иван Васильевич

доктор технических наук, спец. 05.13.05,

доцент, профессор кафедры авиационной техники Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

профессионального образования «Ульяновский институт гражданской

авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева»,

432071, Приволжский федеральный округ, Ульяновская область, город

Ульяновск, улица Можайского, дом 8/8,

тел.: +7(8422)39-81-23, web-сайт: <http://www.favt.ru>, e-mail: [rusavia@scaa.rus](mailto:rusavia@scaa.rus)