

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Азановой Ирины Сергеевны «Радиационная стойкость волоконно-оптических компонентов интерферометрических датчиков физических величин», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности

1.3.8. «Физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа И.С. Азановой посвящена установлению основных физических закономерностей влияния ионизирующего излучения (ИИ) и технологии изготовления волоконно-оптических компонентов на оптические свойства компонентов интерферометрических датчиков физических величин (ВОИД), разработке экспериментальных методов изучения влияния ионизирующего излучения на радиационную стойкость волоконно-оптических компонентов ВОИД, а также созданию физических основ промышленной технологии выпуска радиационно-стойких компонентов для них.

Актуальность рецензируемой работы не вызывает сомнений, так как системы ВОИД применяются в космических аппаратах, на атомных силовых установках и других специальных объектах в условиях воздействия на них непрерывного, а также импульсного ИИ. Наиболее показательным представителем ВОИД является волоконно-оптический гироскоп, применяемый в широком спектре военной и гражданской техники, с высокими требованиями к надежности и устойчивости к внешним воздействиям. Поэтому для разработки ВОИД необходимо понимание влияния на радиационную стойкость компонентов различных физических и технологических факторов, таких как уровень напряженно-деформированного состояния, величины оптической мощности рабочего сигнала и температуры в сочетании с вариацией интенсивности и вида воздействующего ИИ. Особую актуальность носит необходимость разработки научных основ для создания промышленной технологии производства оптических компонентов с повышенной радиационной стойкостью.

Положения, выносимые на защиту, и основные выводы, приведенные в диссертационной работе, являются новыми, их достоверность не вызывает

сомнений. Достоверность результатов исследований радиационных эффектов в компонентах ВОИД обеспечивалась проведением систематических исследований с применением большого парка источников ИИ, что позволило получить результаты в большом диапазоне энергий частиц, мощностей доз и времен облучения и наблюдения, а также использованием современного контрольно-измерительного оборудования, применением современных методов обработки экспериментальных данных.

Сильной стороной диссертационной работы является высокий экспериментальный уровень исследований. При постановке эксперимента учитывались множественные факторы. Детали, которые сложно или невозможно было учесть, по крайней мере, четко. Измерения проводились на уникальном оборудовании, например, таком как линейный индукционный ускоритель электронов ЛИУ-30М, который позволяет получать рекордную для установок своего класса энергию ускоренных электронов и является одним из наиболее мощных в мире источников коротких импульсов тормозного излучения, а также установках ГУТ-200М, НИЦ «Курчатовский институт» и «Гамма-Н», АО «НИИП» и установке «БР-1М», ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Результаты работы достаточно подробно интерпретируются и обсуждаются без формального описания полученных зависимостей.

Для объяснения полученных результатов подключен теоретический аппарат. Радиационно-наведенные потери (РНП) оптических волокон объясняется с точки зрения влияния конкретных физических факторов, определены первоосновы возникновения потерь в инфракрасном диапазоне излучения в одномодовых оптических волокнах.

Довольно кратко, но емко изложен литературный обзор. Рассматриваются конкретные проблемы, на решение которых направлена работа. Отсутствует отвлечение на второстепенные или не связанные с темой диссертации вопросы.

В ходе решения поставленных в диссертации задач автором был получен ряд результатов, характеризующихся научной новизной, наиболее важными из них являются:

1) Впервые в сопоставимых условиях для гамма- и гамма-нейтронного излучений для широкой вариации уровней воздействия получены сведения о РОС волоконно-оптических компонентов ВОИД;

2) Установлено определяющее влияние концентрации РЦО с полосами поглощения с центрами, соответствующими значениям 0,95 эВ и 1,12 эВ, на РОС ОВ с кварцевой сердцевиной;

3) Установлены закономерности, связывающие процесс релаксации РНП в ОВ после воздействия импульсного ИИ с величиной дозы в импульсе, относительной продольной деформацией, температурой образца, входной оптической мощностью;

4) Выявлены основные факторы, влияющие на РНП в ОВ типа «Панда» PGeO_2 ;

5) Впервые, для времен миллисекундного диапазона после воздействия гамма-нейтронного и фотонного импульсного ИИ для ОВ, измерены спектры пропускания в диапазоне длин волн от 900 нм до 1600 нм.

К практически значимым результатам относятся следующие:

1) Заложена основа промышленной технологии изготовления радиационно-стойкого одномодового ОВ, сохраняющего поляризацию излучения с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла;

2) Обоснован методический подход к исследованию компонентов ВОИД, позволяющий обеспечить достоверность прогнозирования и определения радиационной стойкости ВОИД при воздействии как непрерывного, так и импульсного ионизирующего излучения.

Практическая значимость подтверждается патентами на полезную модель и изобретением.

Основные результаты исследований соискателя опубликованы и известны специалистам. Список публикаций автора включает 37 наименований, в том числе 5 статей опубликовано в журналах из списка ВАК, 9 из них входят в базы данных Scopus и Web of Science. Результаты исследований опубликованы в высокорейтинговых международных журналах (Quantum Electronics, Journal of Lightwave Technology, Optical Materials, Journal of Non-Crystalline Solids, IEEE Photonics Technology Letters), ведущих в областях волоконной оптики и конденсированного состояния вещества.

Апробация работы в период с 2017 г. по 2024 г. проведена на специализированных научных семинарах и конференциях, в том числе на всероссийских и межотраслевых конференциях Госкорпорации Росатом.

Автореферат написан логично, понятным научным языком.

К содержанию автореферата имеется несколько замечаний и пожеланий.

1. В разделе «Личный вклад автора» не отражен вклад Азановой Ирины Сергеевны как лица, разрабатывавшего методологию и логическую последовательность всего объема экспериментальных исследований и непосредственно выполнявшего обработку и систематизацию всего объема экспериментальных данных.

2. На рисунке 1б, кроме кривых РНП, характеризующих различные центры окраски, есть некая огибающая (фиолетового цвета). Не описано в тексте автореферата, как получена эта кривая и что она означает. При этом очевидна важность этой информации.

3. В автореферате используется большое количество сокращений, что затрудняет чтение. Возможно, в тексте самой диссертации присутствует список сокращений.

4. Приведенные в автореферате исследования проведены в полях гамма- и гамма-нейтронного излучений, они важнейшие, но термин «ионизирующие излучения» содержит и другие виды, в частности космические излучения. Надеемся, что соискателем в дальнейшем будут получены результаты и в этом направлении.

Указанные недостатки не снижают ценности диссертационной работы и не ставят под сомнение справедливость положений, выносимых на защиту, и достоверность выводов.

Соискателем сформирована научная и методическая основа для проектирования и проведения испытаний волоконно-оптических измерительных и навигационных систем, востребованных в космической отрасли, атомной энергетике, нефтегазовом комплексе, военной технике, транспорте и инфраструктуре, где нужны датчики, устойчивые к воздействию ИИ и экстремальным условиям.

На основании изложенного в автореферате материала можно заключить, что диссертационная работа Азановой Ирины Сергеевны «Радиационная стойкость волоконно-оптических компонентов интерферометрических датчиков физических величин» является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту заявленной научной специальности и требованиям п.п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции от 16 октября 2024 г.), а ее автор, Азанова Ирина Сергеевна,

заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния».

Отзыв составили:

Главный научный сотрудник
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,

Грунин Анатолий Васильевич

доктор физико-математических наук

Тел: 8(83130) 27927, E-mail: otd4@expd.vniief.ru

Я, Грунин А.В., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный научный сотрудник
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,

Таценко Ольга Михайловна

доктор физико-математических наук

Тел: 8(83130) 20405, E-mail: tatsenko@ntc.vniief.ru

Я, Таценко О.М., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Начальник отдела

Филиппов Алексей Владимирович

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,

кандидат физико-математических наук

Тел: 883130 27108, E-mail: filippov@ntc.vniief.ru

Я, Филиппов А.В., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное унитарное предприятие **РОССИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР** Всероссийский
научно-исследовательский институт экспериментальной физики ФГУП
«РФЯЦ-ВНИИЭФ»:

607188, Нижегородская область, г. Саров, пр. Мира 37

Факс: 8(83130)25638, E-mail: staff@vniief.ru

27 апреля 2026 г.

Подписи Грунина А.В., Таценко О.М., Филиппова А.В. заверяю:

Ученый секретарь ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,
кандидат физико-математических наук



А.О. Бликов