

ОТЗЫВ

Ассоциированного сотрудника ИТЭР (ITER Project Associate), к.ф.-м.н. (специальность 01.04.07– «Физика конденсированного состояния») Кашайкина Павла Федоровича на автореферат диссертации Азановой Ирины Сергеевны «Радиационная стойкость волоконно-оптических компонентов интерферометрических датчиков физических величин», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Развитие современных диагностических, навигационных и мониторинговых систем, предназначенных для работы в условиях повышенного уровня радиации, требует глубокого понимания физических процессов, определяющих устойчивость оптических компонентов к воздействию ионизирующего излучения (ИИ). Особое значение такие исследования имеют для систем, применяемых в космической технике, ядерной и термоядерной энергетике, в том числе в установках типа ИТЭР, где волоконно-оптические датчики используются для высокоточного измерения физических величин. В этой связи диссертационная работа И.С. Азановой, посвящённая исследованию радиационной стойкости волоконно-оптических компонентов интерферометрических датчиков, является актуальной и имеет существенное научное и прикладное значение.

В автореферате представлены результаты комплексного исследования влияния непрерывного и импульсного ИИ различных типов на оптические свойства волоконно-оптических компонентов, включая оптические волокна (ОВ) с сохранением поляризации излучения, активные ОВ, суперлюминесцентные источники излучения и интегрально-оптические схемы. Автором разработана единая экспериментальная методология исследования радиационной стойкости, обеспечивающая получение сопоставимых результатов при воздействии гамма-, рентгеновского (тормозного) и гамма-нейтронного ИИ в широком диапазоне доз, мощностей доз и температур. Такой подход позволяет выявить фундаментальные закономерности изменения характеристик оптических компонентов как в процессе облучения, так и на стадии последующей релаксации.

Автором показано, что величина радиационно-наведённых потерь (РНП) определяется не только составом стекла сердцевины оптического волокна, но и уровнем внутренних механических напряжений, технологическими параметрами изготовления преформы, а также условиями формирования волоконного контура. Полученные зависимости РНП от поглощённой дозы, мощности дозы, температуры и напряжённо-деформированного состояния имеют важное значение для прогнозирования работоспособности волоконно-оптических систем в условиях интенсивного воздействия ИИ, а также для исследования фундаментальных механизмов образования радиационных центров окраски (РЦО).

Спектральные исследования ОВ с нелегированной сердцевиной типа «Панда» позволили выявить ключевую роль РЦО, формирующих полосы поглощения в области энергий порядка 1 эВ, которые определяют величину РНП на рабочей длине волны 1550 нм, используемой в большинстве современных волоконно-оптических датчиков и гироскопических систем. Показано, что оптимизация технологических режимов на стадии изготовления преформы и при последующей вытяжке волокна позволяет существенно

снизить вклад указанных РЦО в оптические потери. Это делает возможным использование волокон большей строительной длины без ухудшения отношения сигнал/шум и приводит к повышению точности волоконно-оптических гироскопов (ВОГ), что особенно важно для применения на космических аппаратах, особенно в задачах дальних космических миссий.

Реализация разработанных технологических решений в промышленном производстве и получение серийных образцов ОВ с низким коэффициентом затухания и повышенной радиационной стойкостью подтверждают высокий уровень выполненных исследований и их прикладную значимость. Следует отметить, что полученные результаты представляют интерес не только для ВОГ, но и для волоконно-оптических систем диагностики плазмы, применяемых в термоядерных установках, включая интерферометрические и поляриметрические измерительные системы. Подобные системы широко используются в установках типа ИТЭР, где стойкость оптических компонентов к воздействию смешанных гамма-нейтронных полей является одним из определяющих факторов надёжности и точности диагностики.

Работа выполнена на высоком научном уровне, содержит значительный объём экспериментальных данных, полученных с использованием современного измерительного и облучательного оборудования, и сопровождается их корректной физической интерпретацией. Сделанные выводы являются обоснованными и согласуются с современными представлениями о радиационных центрах окраски в кварцевых стеклах.

Считаю, что диссертационная работа Азановой Ирины Сергеевны «Радиационная стойкость волоконно-оптических компонентов интерферометрических датчиков физических величин» является завершённой научно-квалификационной работой, соответствует паспорту заявленной научной специальности и требованиям пп. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 84 2 (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».

Я, Кашайкин Павел Федорович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



Pavel KASHAYKIN

ITER Project Associate
pavel.kashaykin@iter.org
Divertor Project, ITER Organization
Building 72/4047, CP, Tokamak Program
Route de Vinon-sur-Verdon - CS 90046
13067 St Paul Lez Durance Cedex - France
Phone: +33 4 42 17 76 81

Кашайкин П.Ф.

ассоциированный сотрудник ИТЭР
pavel.kashaykin@iter.org
Диверторный проект
Здание 72/4047, СР, программа «Токамак»
Route de Vinon-sur-Verdon – CS 90046
13067 St Paul Lez Durance Cedex – Франция
Тел.: +33 4 42 17 76 81

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Pavel Kashaykin".

01/04/2026