



**Акционерное общество
Государственный научный центр
Российской Федерации –
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени А.И. Лейпунского
(АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»)**

Бондаренко пл., д. 1, г. Обнинск Калужской обл., 249033
Телетайп: 183566 «Альфа». Факс: (484) 396 8225, (484) 395 8477
Телефон: (484) 399 8249 (приемная), (484) 399 8412 (канцелярия)
E-mail: postbox@ippe.ru, <http://www.ippe.ru>
ОГРН 1154025000590, ИНН 4025442583, КПП 402501001

Институт общей физики Российской
академии наук

Исполняющему обязанности
председателя диссертационного совета
Д 002.063.02, академику

Щербакову И.А.

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Кашайкина Павла Федоровича на тему «Радиационная стойкость волоконных световодов с сердцевиной из нелегированного и легированного германием кварцевого стекла в ближнем ИК-диапазоне», представленную в диссертационный совет Д 002.063.02 на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Диссертация Кашайкина П.Ф. посвящена изучению природы радиационной чувствительности кварцевых оптических волокон. Фундаментальные знания в этой области важны не только для развития физики некристаллических твердых тел, но и представляют большую ценность при разработке оптических систем коммуникаций и диагностики, работающих в радиационном поле. В особенности, такие исследования важны для решения проблем создания оптических систем для целей ядерной энергетики, включая перспективные термоядерные установки, а также в области космической техники.

Цель диссертационной работы заключалась в обосновании и разработке подходов к повышению радиационной стойкости кварцевых оптических волокон. Основная задача состояла в получении достоверных знаний о микроскопических механизмах возникновения радиационно-индуцированного оптического поглощения и влиянии условий получения волокон на радиационную стойкость в ближнем инфракрасном диапазоне.

Актуальность диссертационной работы определяется выбором в качестве объекта исследований волоконных световодов с сердцевиной из нелегированного и легированного германием кварцевого стекла, являющихся компонентами оптических систем коммуникаций и диагностики, проведением исследований в ближнем инфракрасном диапазоне – наиболее важном для существующих оптических систем коммуникации, а также потребностью в надежных методах повышения радиационной стойкости оптических компонентов и систем. Детальное понимание механизмов радиационно-

индуцированных явлений необходимо для повышения точности расчетно-экспериментального обоснования работоспособности волоконно-оптических систем, работающих в радиационном поле. Внедрение усовершенствований в технологию получения радиационно-стойких оптических волокон необходимо для осуществления широкого круга научных и промышленных проектов, в том числе в авиакосмической отрасли, экологии и атомной промышленности.

Основная идея диссертации состояла в том, чтобы продемонстрировать, что радиационно-индуцированное поглощение может иметь деформационную природу. Такой подход означает переход на новый уровень понимания природы радиационной чувствительности, а также открывает новую перспективу для значительного повышения радиационной стойкости компонентов оптических систем. Этой идее подчинены аналитический обзор литературы и стратегия проведения экспериментов и расчетов, а полученные результаты свидетельствуют о полном достижении поставленной цели.

Диссертация содержит экспериментальные доказательства правильности основной идеи. Ключевым доказательством является обнаруженная корреляция между аномальным увеличением радиационно-индуцированного поглощения в ближнем инфракрасном диапазоне и экстремальным сжатием кварцевого стекла с ростом температуры в диапазоне от -60 до 60°C . Важный результат был также получен при синтезе сердцевин с избытком кислорода, позволяющем понизить концентрацию хлора в кварцевом стекле и связанное с этой примесью радиационно-индуцированное поглощение. Результаты по синтезу сердцевин позволили сформулировать принцип оптимизации условий синтеза с целью достижения баланса между концентрацией кислорода в сердцевине и концентрацией фтора в кладдинге, обеспечивающего минимальные механические напряжения и деформации в готовом световоде.

Большим достоинством диссертации является всесторонняя проработка методологического подхода, особенностями которого являются проведение измерений оптического поглощения во время гамма-облучения световодов, проведение таких измерений в диапазоне температур от -196 до 60°C , вариации условий получения преформ и вытяжки кварцевых волокон, исследование кварцевых волокон нелегированной и легированной германием сердцевинной, анализ корреляций физико-механических и оптических явлений в облучаемых световодах.

Точный выбор и разработка экспериментальных и расчетно-теоретических методик позволили не только сделать обоснованные выводы о природе радиационной чувствительности кварцевых волокон в широком оптическом диапазоне, включая ИК-

диапазон, но и существенно повысить радиационную стойкость волокон, оптимизируя условия их получения.

Новизна результатов состоит в обнаружении зависимости радиационной стойкости кварцевых оптических волокон от напряженно-деформированного состояния сердцевины и кладдинга. Полученные результаты позволили расширить знания о механизмах радиационно-индуцированных явлений в протяженных оптических средах, а также научно обосновать новые технологические приемы при производстве волоконных световодов.

Диссертация имеет значительную практическую ценность, поскольку в ней показано, что радиационную стойкость оптических волокон можно повысить, подбирая условия вытяжки (температуру, натяжение и скорость вытяжки) и, за счет этого, изменяя напряженно-деформированное состояние в сердцевине и кладдинге волоконных световодов. Результаты позволили расширить дозовый диапазон для экспериментального обоснования работоспособности волоконно-оптических систем в радиационных полях и повысить радиационную стойкость оптических волокон отечественного производства до уровня лучших мировых аналогов и превысить этот уровень по некоторым параметрам.

Наиболее важными достижениями диссертации необходимо считать обнаружение деформационной природы радиационно-индуцированного поглощения в кварцевых оптических волокнах и научно-обоснованный методологический подход к производству световодов, позволяющий существенно понизить радиационную чувствительность кварцевых оптических волокон.

Достоверность положений и выводов диссертационной работы не вызывает сомнений. Достоверность экспериментальных результатов диссертации обеспечена использованием аттестованных средств измерений и эталонов, согласованностью экспериментальных данных и результатов расчетов, использованием в качестве объекта исследований кварцевых оптических волокон, прошедших промышленное освоение, согласованностью полученных данных с литературными данными, согласованностью данных, полученных при различных режимах производства волокон, проведением экспериментов в условиях близких к условиям эксплуатации кварцевых оптических волокон.

По тексту диссертации имеются незначительные опечатки и неточные формулировки, не влияющие на изложение по существу.

Несмотря на имеющиеся неточности, следует заключить, что представленная автором диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, форма и содержание которой отвечают требованиям п. 9 «Положения порядке присуждении

ученых степеней ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации», предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.07, а ее автор, Кашайкин Павел Федорович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Основное содержание работы опубликовано в реферируемых журналах по списку ВАК, докладывалось на международных и российских конференциях.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Я, Плаксин Олег Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Кашайкина Павла Федоровича на тему «Радиационная стойкость волоконных световодов с сердцевиной из нелегированного и легированного германием кварцевого стекла в ближнем ИК-диапазоне».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ОИРМиТ АО «ГНЦ РФ ФЭИ» «19» августа 2019 г. (протокол заседания №8).

Официальный оппонент

Начальник отдела 6 ОИРМиТ АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»,
доктор физико-математических наук, доцент

Плаксин Олег Анатольевич
Рабочий телефон: (484) 3998382
E-mail: plaksin@ippe.ru

«19» августа 2019 года

Подпись Плаксина О.А. удостоверяю:

Заместитель генерального директора
по науке и инновационной деятельности,
кандидат экономических наук, доцент



Айрапетова Наталья Германовна