

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Национальный
исследовательский ядерный
университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)»**

Каширское шоссе, д.31, г. Москва, 115409
Тел. (499) 324-87-66, факс (499) 324-21-11
<http://www.mephi.ru>

№ _____ - 037-14
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор НИЯУ МИФИ,
доктор физ.-мат. наук, профессор
М. Н. Стриханов
« 29 » декабря 2016 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**на диссертацию Гайнова Владимира Владимировича
«ОПТИЧЕСКАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ КВАРЦЕВОГО
ВОЛОКОННОГО СВЕТОВОДА ЛЕГИРОВАННОГО
РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ В УСЛОВИЯХ ГЕНЕРАЦИИ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальностям
01.04.21 — «Лазерная физика»**

Актуальность темы.

Мощные волоконные лазеры и усилители на сегодняшний день нашли широкое применение в лазерных системах по обработке различных материалов. Значительный прогресс в достижении большой оптической мощности таких источников, наблюдающийся в последнее время, связан с оптимизацией параметров активных световодов, направленных, в основном, на подавление нелинейных эффектов. При этом основного технологического преимущества активных волоконных сред, а именно большого соотношения площади поверхности к объёму, обеспечивающему малость термооптических искажений в лазерном излучении по сравнению с объёмными аналогами, на сегодняшний день оказывается недостаточно для защиты лазеров и усилителей от отрицательных последствий перегрева. Возникает необходимость в разработке новых методов теплоотвода и контроля состояния активной среды волоконного

лазера в условиях мощной лазерной генерации, что и является основным предметом исследования в диссертационной работе Гайнова В.В. Создание универсального метода оценки тепловых параметров активной среды волоконного лазера и искажения профиля показателя преломления световодов при мощной оптической накачке и усилении лазерного излучения, безусловно, является важной научной и практической задачей.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа Гайнова В.В. посвящена интерферометрическому исследованию отклика активного световода на воздействие оптической накачки с целью возможной реализации метода измерения температуры и исследования тепловых эффектов в мощных волоконных лазерах. Данный метод широко распространён в физике и технологии объёмных активных сред мощных твердотельных лазеров, но при реализации в волоконном варианте наталкивается на ряд трудностей, вызванных геометрическими параметрами активной среды. Высокая чувствительность протяжённых активных волокон к внешним механическим и тепловым воздействиям приводит к необходимости реализации нетривиальных интерферометрических схем с использованием различных способов стабилизации и гетеродинного приёма. Помимо теплового вклада в изменение показателя преломления в экспериментах с оптической накачкой также необходимо учитывать вклад электронной резонансной нелинейности вызванной изменением населённости энергетических уровней активных ионов.

Все эти задачи были успешно решены В.В. Гайновым в его диссертационной работе, а методология реализации интерферометрии активных волокон в условиях лазерной генерации подробно описана в тексте диссертации. Полученные в работе количественные величины вкладов различных механизмов позволяют с высокой долей уверенности утверждать о применимости интерференционного метода для исследования тепловых эффектов в активных световодах.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка публикаций, списка цитированной литературы, списков сокращений, иллюстраций и таблиц.

В введении обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цели работы, излагаются положения, выносимые на защиту, обосновываются научная новизна и практическая ценность полученных результатов.

В первой главе, посвящённой обзору литературы по тематике исследований, приведено описание современного уровня технологии мощных волоконных лазеров и усилителей, а также методов измерения температуры и тепловых искажений волнового фронта лазерного излучения в активных средах твердотельных и волоконных лазеров.

Вторая глава посвящена изложению экспериментального метода непосредственно применяемого в диссертационной работе. Проводится анализ работы двух оригинальных интерферометрических схем на основе интерферометров Маха-Цандера и Майкельсона, а также описание процесса калибровки.

В третьей главе изложены результаты измерений температуры в условиях стационарной лазерной генерации. На основе сравнения с численной моделью определяются величины параметров тепловой задачи, в первую очередь, величины эффективного коэффициента теплообмена.

Четвёртая глава посвящена экспериментальному и теоретическому анализу вклада электронного механизма изменения показателя преломления в данных измерениях. Отдельно автором предложен более общий случай применения интерференционного метода для исследования кинетики переноса электронных возбуждений, в том числе и в безызлучательных процессах, в активных средах твердотельных лазеров на основе электронного механизма. Данный метод обладает рядом технологических преимуществ по сравнению с традиционной кинетической лазерной спектроскопией в активных средах волоконной геометрии.

В заключении диссертации сформулированы основные результаты работы.

Новизна исследований и практическая значимость полученных результатов определяется тем, что в диссертации:

- Впервые выполнено измерение средней температуры в сердцевине активного световода в условиях лазерной генерации;
- Получены зависимости эффективного коэффициента теплообмена от разности температуры волокна и окружающей среды;
- Экспериментально разделён вклад электронного и теплового механизмов изменения показателя преломления при оптической накачке активного световода;
- Предложена интерферометрическая методика для исследования процессов безызлучательного переноса возбуждения в активных средах твердотельных и волоконных лазеров.

Достоверность полученных результатов подкрепляется численным моделированием на основе известных физико-математических моделей. Основные результаты рассматриваемой диссертационной работы докладывались на международных научных конференциях и опубликованы в ряде ведущих отечественных и зарубежных журналов.

По представленной диссертационной работе следует сделать некоторые замечания:

1. В обзоре методов измерений температуры в волокнах не описаны имеющие широкое распространение распределённые датчики температуры на основе наблюдения антистоксовой компоненты комбинационного рассеяния, работающие по принципу рефлектометра.

2. В работе не обосновано объяснение природы флуктуаций, наблюдаемых в эксперименте с интерферометром Майкельсона и заметном на графиках рис. 3.15(а) и 3.21, влиянием температуры окружающей среды.

3. Результаты измерения зависимости температуры разогрева представлены в разделе 3.2 в зависимости от поглощённой мощности накачки, в то время как

в разделе 3.3 – от вводимой мощности накачки, которая в общем случае отличается.

4. На стр. 61 отсутствует рисунок цепи управления токами лазеров накачки, о которой сообщает автор.

Отмеченные замечания не снижают ценности рассматриваемой диссертации, которая является законченной научно-квалификационной работой, содержащей существенные признаки научной новизны, и оценивается в целом положительно.

Соответствие диссертации указанной специальности.

В диссертационной работе Гайнова Владимира Владимировича представлены результаты исследований по разработке интерферометрического метода измерения температуры активной среды волоконного лазера. На основе экспериментального анализа вклада различных физических механизмов изменения показателя преломления при оптической накачке выполнено обоснование применимости методики. Оценка адекватности результатов эксперимента и определение численных значений феноменологических параметров выполнено с помощью численного моделирования на основе скоростных уравнений и уравнения теплопроводности, применяемых при анализе аналогичных явлений в объёмных твердотельных лазерных средах. Таким образом, диссертационная работа Гайнова Владимира Владимировича на тему «Оптическая интерферометрия кварцевого волоконного световода легированного редкоземельными ионами в условиях генерации лазерного излучения» соответствует специальности 01.04.21 – «Лазерная физика»

С прикладной точки зрения, результаты могут быть использованы как для непосредственного применения в датчиках температуры, так и в качестве вспомогательного устройства для неразрушающего контроля параметров активной среды в условиях лазерной генерации, а также при проектировании конечных устройств на основе анализа параметров тепловой задачи,

оцениваемых с помощью представленной методики.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы. Основные материалы диссертационной работы, выводы и рекомендации отражены в автореферате.


Заключение

В целом диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу на тему с высокой степенью актуальности. Работа отвечает критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Гайнов Владимир Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 Лазерная физика.

Отзыв составлен профессором кафедры «Лазерная физика» НИЯУ МИФИ, д.ф.-м.н. А.П. Кузнецовым после ознакомления с диссертацией и авторефератом, а также на основании доклада Гайнова В.В. на научном семинаре кафедры «Лазерная физика» НИЯУ МИФИ.


Отзыв обсужден и принят на заседании кафедры "Лазерная физика" НИЯУ МИФИ (протокол №10 от 21 декабря 2016 г.).

Отзыв составил

д.ф.-м.н., профессор кафедры "Лазерная физика"  А.П. Кузнецов

Заведующий кафедрой "Лазерная физика"


д.ф.-м.н., профессор

 Н.Н. Евтихийев

Председатель Совета по аттестации и подготовке

научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ

д.ф.-м.н., профессор

 Н.А. Кудряшов