

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.231.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от

08 апреля 2016 г., № 2

О присуждении Шайдуллину Ренату Ильгизовичу, гр. России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Радиочастотная импедансная спектроскопия активных оптических волокон при усилении лазерного излучения» по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 15 января 2016 г., протокол № 1, диссертационным советом Д 002.231.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (125009, Москва, ул. Моховая, д.11, корп.7), (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Шайдуллин Ренат Ильгизович, 1986 г. рождения, в 2009 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (Государственный университет).

С 01.10.2009 по 01.10.2012 гг. проходил обучение в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт» (Государственный университет).

Работает научным сотрудником лаб. № 228 «Лаборатория исследований материалов для квантовой электроники» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (Фрязинский филиал).

Диссертация выполнена в лаб. № 228 «Лаборатория исследований материалов для квантовой электроники» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (Фрязинский филиал).

Научный руководитель: **Рябушкин Олег Алексеевич**, кандидат физико-математических наук, доцент, зав. лабораторией № 228 «Лаборатория исследований материалов для квантовой электроники» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (Фрязинский филиал).

Официальные оппоненты:

- **Протасов Евгений Александрович**, доктор физико-математических наук, профессор, занимает должность профессора кафедры лазерной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;

- **Дураев Владимир Петрович**, доктор технических наук, научный консультант Акционерного Общества «Научно-исследовательский институт «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха», дали положительные отзывы о диссертации

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный центр волоконной оптики Российской академии наук (г. Москва), в своем положительном заключении, подписанном доктором физ-мат.наук, чл-корр.РАН Буфетовым Игорем Александровичем, зав.лаб. Полых волоконных световодов, и утвержденном врио директора института доктором физ-мат.наук Семеновым Сергеем Львовичем, отметила, что диссертация Р.И.Шайдуллина, посвященная исследованию изменения температуры активных световодов при усилении (генерации) в них мощного лазерного излучения, выполнена на актуальную тему, новизна и достоверность результатов, полученных автором, не вызывает сомнений. Полученные Р.И.Шайдуллиным результаты могут быть использованы в организациях, занимающихся разработкой и исследованием волоконных световодов и лазеров с высокой средней выходной мощностью (НЦ Волоконной оптики, ИПФ РАН, ФИ им. П.Н.Лебедева РАН, НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха и др.)

Опубликованные работы по теме диссертации:

Соискатель имеет **15** опубликованных научных работ, все по профилю диссертации, из них - **4** научные статьи в журналах и изданиях, вошедших в **Перечень**, определенный Высшей аттестационной комиссией, **1** статья в зарубежном журнале, включенном в систему цитирования Web of Science, **1** патент РФ на изобретение и **9** публикаций в сборниках трудов конференций. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составил 70 мп. стр. Основные результаты диссертационной работы изложены в них достаточно полно.

Вклад соискателя в опубликованные работы является значительным и заключается в проведении исследований, анализе результатов и подготовке материалов для статей и докладов на конференциях.

К наиболее значительным работам соискателя можно отнести следующие:

1. Гайнов, В.В. Измерение температуры в сердцевине активных волоконных световодов в условиях лазерной генерации / В.В. Гайнов, Р.И. Шайдуллин, О.А. Рябушкин // Приборы и техника эксперимента. – 2010. – Т. 6. – С. 86–93.

2. Гайнов, В.В. Стационарный разогрев активных волоконных световодов при оптической накачке / В.В. Гайнов, Р.И. Шайдуллин, О.А. Рябушкин // Квантовая электроника. – 2011. – Т. 41(7). – С. 637–643.

3. Шайдуллин, Р.И. Радиочастотная спектроскопия кварцевых световодов с полимерным покрытием / Р.И. Шайдуллин, О.А. Рябушкин // Письма в ЖТФ. – 2013. – Т. 39(12). – С. 79–85.

4. Рябушкин, О.А. Резонансная радиочастотная спектроскопия оптических волоконных структур в условиях усиления лазерного излучения / О.А. Рябушкин, Р. И. Шайдуллин, И.А. Зайцев // Успехи современной радиоэлектроники. – 2014. – Т. 9. – С. 57–65.

5. Ryabushkin, O.A. Radio–frequency spectroscopy of the active fiber heating under condition of high–power lasing generation / O.A. Ryabushkin, R.I. Shaidullin, I.A.Zaytsev // Optics Letters. – 2015. – V. 40(9). – P. 1972–1975.

На автореферат диссертации поступили положительные отзывы из:

- ООО НТО «ИРЭ-Полус» от доктора физ-мат.наук, профессора Евтихьева Николая Николаевича, зам ген. директора по НИОКР (замеч.: в частности, в тексте автореферата не указаны инструментальные и методические погрешности измерений и следующая из этого точность определения температуры полимера для данного измерительного метода. Кроме того, так как экспериментально измеряется усредненная эквивалентная температура, а распределение температуры в волокне рассчитывается

математически, необходимо указать точность соответствия этих температур в рамках приближений созданной математической модели.)

- Московского технологического университета МИРЭА от доктора хим.наук, профессора Евдокимова Анатолия Аркадьевича, зав.кафедрой химии (замеч.: 1. В автореферате написано, что для волокна, легированного ионами Yb и Er, разница энергий квантов накачки и генерации больше, чем для волокна, легированного только ионами Yb, но не объяснена физическая природа этого различия, связанного с особенностями этих редкоземельных ионов, а также не дано численное значение этой разницы. 2. На рис 9б автореферата изображена кинетика охлаждения медной проволоки в полимерной оболочке с двумя сильно отличающимися характерными временами экспоненциального затухания. В автореферате не объяснено, с чем это связано, и какое из них использовалось для расчета коэффициента теплообмена).

- ФГБУН ИЦ Волоконной оптики РАН от кандидата физ-мат.наук, научн.сотр. Крылова Александра Анатольевича (замеч.: есть замечание по рис.2 автореферата, а именно, исходя из тех значений наклона экспериментальных линейных зависимостей изменения температуры сердцевины от поглощенной мощности накачки, можно сделать вывод, что при её увеличении до 100 Вт (как это было в следующих экспериментах) изменение температуры сердцевины должно находиться в пределах 250-370 К, что вызывает большие сомнения. По мнению автора отзыва, диссертанту следовало бы прокомментировать результаты этого рис. более подробно, чтобы избежать данного несоответствия.)

- ФГБУН Института теоретической физики им. Л.Д.Ландау РАН от доктора физ-мат.наук, вед.научн.сотр. Иногамова Наиля Алимовича (замеч.: в автореферате выписано уравнение и граничные условия (11). Но не все обозначения раскрыты. Не указан смысл Q . Видимо, это как раз объемный источник тепла. Собственно его учет является одним из основных достижений диссертанта. Видимо, это источник, связанный с поглощением излучения накачки. Но тогда он должен иметь достаточно содержательную структуру. Надо ввести потоки излучения (с коэффициентами отражения и пропускания на границе?). Надо сказать о спектральном составе и о расчете поглощения с учетом спектра поглощения, обсуждаемого в работе. В системе (11) не видно члена, связанного с потоком тепла от сердцевины, нагреваемой частью излучения накачки. Не ясно, зачем выписаны два граничных условия, одно для теплоизолированной поверхности, а другое для поверхности, охлаждаемой воздушной конвекцией.).

Обоснование назначения оппонентов и ведущей организации:

Назначенные советом официальными оппонентами по кандидатской диссертации Р.И. Шайдуллина ученые являются специалистами, широко известными своими достижениями в области радиочастотной спектроскопии, лазерной физики, полупроводниковой физики и квантовой радиофизики, имеющими научные труды в рецензируемых научных журналах в соответствующей сфере исследования, способными определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонированной диссертации.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный центр волоконной оптики Российской академии наук (ИЦВО РАН) является ведущим научным институтом в области волоконной оптики в России и одним из мировых лидеров, известный целым рядом пионерских работ по технологии волоконных световодов, волоконным лазерам и усилителям, физике нелинейных

эффектов в световодах. НЦВО РАН проводит фундаментальные и прикладные исследования по широкому спектру проблем современной волоконной оптики и смежным областям.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана новая экспериментальная методика измерения температуры полимерной оболочки активного оптического волокна на основе метода радиочастотной импедансной спектроскопии, позволяющая выявить качественно новые закономерности разогрева оптических волокон в условиях усиления лазерного излучения.

Предложена оригинальная научная гипотеза, объясняющая эффект дополнительного разогрева полимерной оболочки волокна поглощением в ней оптического излучения накачки, фотолюминесценции и рассеянной генерации волоконных лазеров и усилителей.

Показано пересечение характерных спектральных пиков поглощения полимеров, используемых в волоконной оптике, с рабочими диапазонами длин волн излучения и накачки иттербиевых волоконных лазеров. Также предложен нестандартный подход к физическому моделированию процессов тепловыделения в активном кварцевом световоде с полимерным покрытием на основе использования волокна с металлической сердцевиной, разогреваемой протекающим по ней электрическим током.

Доказана перспективность использования метода радиочастотной импедансной спектроскопии для получения количественных оценок механизмов разогрева активного оптического волокна.

Введено понятие эквивалентной температуры разогрева полимерной оболочки волокна и разработаны методы математического моделирования, позволяющие определить соответствие между измеренным значением эквивалентной температуры и реальным поперечным распределением температуры в волокне.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказано существование дополнительных механизмов разогрева оптического волокна. Диссертационная работа вносит вклад в расширение представлений о тепловых эффектах в волоконных лазерах и усилителях, в ней эффективно использовано математическое моделирование для нахождения распределения электрических и тепловых полей на основе численных методов решения уравнений электростатики и теплопроводности. Полученные в работе результаты показали необходимость учета поглощения оптического излучения в полимерной оболочке для создания более точной модели разогрева волокна.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработана экспериментальная методика измерения температуры полимерной оболочки мощных волоконных лазеров и усилителей в режиме генерации и усиления лазерного излучения. Определен температурный диапазон (290-370 К) для практического использования данного способа измерений. Созданная методика позволяет эффективно применять метод радиочастотной импедансной спектроскопии для исследования свойств составных нитевидных диэлектрических структур.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что экспериментальные результаты выполнены на сертифицированном высокоточном оборудовании. В работе продемонстрирована обоснованность проведенных калибровок экспериментального стенда и показана воспроизводимость результатов измерений в рамках принятых погрешностей. Теоретическое моделирование проводилось с

использованием широко известного программного пакета COMSOL на основе решения классических уравнений теплопроводности и электростатики. Результаты моделирования согласуются с полученными в работе экспериментальными данными. Авторские результаты также согласуются с данными, представленными в других независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии в постановке научных задач, определении методик исследования и анализе полученных результатов. Автор лично участвовал в создании экспериментальных стендов и установок, проведении измерений и обработке результатов, а также самостоятельно проводил теоретические расчёты и использовал методы математического моделирования. Все вошедшие в диссертацию результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Р.И. Шайдуллина соответствует специальности 01.04.03 – радиоп физика, и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании 08 апреля 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить **Шайдуллину** Ренату Ильгизовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **15** человек, из них **9** докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из **20** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - **15**, против присуждения учёной степени - **0**, недействительных бюллетеней - **0**.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета

« 14 » апреля 2016 г.



Черепенин

Владимир Алексеевич

Потапов

Александр Алексеевич