

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета
от 16 июня 2017 г., № 6

О присуждении Егорову Федору Андреевичу, гр. России, ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация "Взаимодействие микрооптомеханических резонансных систем с лазерным излучением" по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 03 марта 2017 г., протокол № 2, диссертационным советом Д 002.231.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН (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 Егоров Федор Андреевич, 1961 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Автомодуляция интенсивности лазерного излучения, взаимодействующего с микрорезонаторными структурами» защитил в 1997 году, в диссертационном совете Д 002.74.04 в Институте радиотехники и электроники РАН.

Работает ведущим научным сотрудником лаборатории радиофизических измерений Фрязинского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории радиофизических измерений во Фрязинском филиале Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН.

Научный консультант: **Потапов** Владимир Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, и.о. главного научного сотрудника лаб. радиофизических измерений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (Фрязинский филиал).

Официальные оппоненты:

Наний Олег Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Горшков Борис Георгиевич, доктор технических наук, и.о. ведущего научного сотрудника лаборатории биофотоники отдела светоиндуцированных поверхностных явлений Центра естественно-научных исследований ФГБУН Института общей физики им. А.М.Прохорова Российской академии наук.

Малыкин Григорий Борисович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отделения нелинейной динамики и оптики отдела нанооптики и высокочувствительных оптических измерений ФГБУН Федерального исследовательского центра Института прикладной физики Российской академии наук, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный центр волоконной оптики РАН (Москва), в своем положительном заключении, подписанном ученым секретарем НЦВО РАН к.ф.-м. н. Машинским Валерием Михайловичем, составленном д.ф.-м.н., проф., зав. теоретическим сектором НЦВО РАН Бирюковым Александром Сергеевичем, к.ф.-м.н. вед.научн.сотр. Беловоловым Михаилом Ивановичем и утвержденном директором НЦВО РАН д.ф.-м.н. Семеновым Сергеем Львовичем. отметила, что диссертационная работа Егорова Ф.А. выполнена на актуальную тему. Достоверность и новизна результатов работы не вызывает сомнений. Полученные в диссертации результаты убедительно свидетельствуют, что автором создано и развито на современном научном и технологическом уровне новое научно-техническое направление исследования эффектов и закономерностей взаимодействия микрооптомеханических резонансных устройств с лазерным излучением, имеющих непосредственную практическую значимость и расширяющие знания о природе проявляемых резонансных явлений.

Соискатель имеет более **90** опубликованных работ, основные результаты диссертации достаточно полно отражены в **55** публикациях, из них **30** статей опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных **ВАК РФ**: **1**-«Laser Physics»; **1**-«Квантовая электроника»; **10**-«Письма в ЖТФ»; **3**-«Журнал Технической Физики»; **4**-«Радиотехника и Электроника»; **1**-«Вестник МГУ. Серия 3. Физика. Астрономия»; **2**-«Датчики и Системы»; **1**-«Микроэлектроника»; **2**-«Радиотехника»; **2**-«Лазерная медицина»; **1**-«Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика»; **1**-«Территория НЕФТЕГАЗ»; **1**-«Монтажные и специальные работы в строительстве», в том числе **21** работа входит в перечень **SCOPUS**: **1**-«Laser Physics»; **1**-«Quantum Electronics»; **10**-«Technical Physics Letters»; **3**-«Technical Physics»; **4**-«Journal of Communications Technology and Electronics»; **1**-«Moscow University Physics Bulletin»; **1**-«Russian Microelectronics»; **18** статей в трудах международных, всесоюзных и всероссийских конференций; **7** патентов РФ на изобретение. Объем опубликованных по теме диссертации научных работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ –156 мп.страниц, общий объем опубликованных по теме диссертации работ – 272 мп. страницы.

Вклад соискателя в опубликованные работы по теме диссертации является определяющим, результаты, представленные в них, были получены соискателем или при его непосредственном участии и руководстве. Среди наиболее значимых работ можно указать следующие:

1. Егоров Ф.А., Потапов В.Т., Бурков В.Д. Особенности автомодуляции излучения волоконных лазеров с микрорезонаторными зеркалами // **ЖТФ.** – 2005. Т.75, вып.1. – С.70–73.

2. Егоров Ф.А., Неугодников А.П., Никитин В.В., Потапов В.Т. Математическое моделирование автомодуляционных режимов в волоконном лазере с микрорезонаторным отражателем // **Вестник МГУ. Серия 3, Физика. Астрономия.** – 2009. – №6. – С.45–49.

3. Egorov F. and Potapov V. Fiber-Optic Sensors Based on Fiber-Optic Lasers and Microoptomechanical Resonance Structures // **Laser Physics.** - 2011 - v.21, №2 - p.1-5.

4. Егоров Ф.А., Потапов В.Т. Автомодуляционные режимы генерации волоконных лазеров с микрооптомеханическими резонансными структурами // **Квантовая электроника** – 2012. – Т.42. – №9. – С.808–817.

5. **Егоров Ф.А.** Волоконно - оптические датчики, основанные на флуктуационных колебаниях световодных микрооптомеханических резонансных структур // **ЖТФ**. – 2013. Т.83, вып.11. – С.100–104.

6. **Егоров Ф.А.**, Потапов В.Т., Мелькумов М.А., Шубин А.В. Автоколебания в неодимовых волоконных лазерах с микрооптомеханическими структурами // **Письма в ЖТФ** – 2014. – Т.40. – №8. – С.30–36.

7. **Егоров Ф.А.** Автоколебания направления поляризации излучения в волоконных лазерах с микрооптомеханическими резонансными структурами// **Письма в ЖТФ**. –2015.–Т.41.№8.– С.61-68.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы из:

- АО «НПП «Исток» им. А.И.Шокина» от д.т.н., нач.лаб. Лябина Николая Александровича (замеч.: (в работе не объясняется, чем обусловлена структура зоны возбуждения автоколебаний в пространстве параметров ВЛ-МОМРС (рис.3), что затрудняет понимание процесса становления автоколебаний).)

- ООО НТО «ИРЭ-Полюс» от д.ф-м.н., проф., зам ген.директора по НИОКР Н.Н.Евтихиева (замеч.нет).

- ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН (Фрязинский филиал) от д.ф-м.н., проф. Проклова Валерия Владимировича (замеч.нет).

- ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» от д.т.н. вед.научн.сотр. лаб. Метрологии малоинтенсивного лазерного излучения и волоконно-оптических систем Тихомирова Сергея Владимировича (замеч.: 1. В работе не проанализированы возможности взаимодействия исследуемых микрооптомеханических систем с излучением полупроводниковых лазеров, наиболее распространенных и применяемых в оптоэлектронике. 2. В автореферате не приведены технические и метрологические результаты разработки автогенераторных ВОД механических и термодинамических величин с сенсорными элементами на основе оптоволоконных и микрооптических кремниевых элементов, хотя указано, что по «основным метрологическим показателям они могут превосходить электромеханические аналоги». 3. Чтение автореферата затрудняет отсутствие списка сокращений).

- ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова РАН от д.т.н., проф. зав.лаб. Васильева Михаила Григорьевича (замеч.нет).

- АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стедьмаха» от главного научн.сотр., д.ф-м.н., проф. Г.М.Зверева и ученого секретаря, к.ф-м.н., доц. Ю.А.Кротова (замеч.нет).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что: Б.Г.Горшков, Г.Б.Малыкин и О.Е.Наний, назначенные советом официальными оппонентами по диссертации Ф.А.Егорова, являются специалистами, известными своими достижениями в области радиофизики, лазерной физики, теории колебаний, информационно-измерительных систем. Б.Г.Горшков известен своими пионерскими работами в области оптомикромеханики, является одним из авторов монографии «Волоконно-оптические информационно-измерительные системы» (М.: Изд-во МАИ, 2012г.); Г.Б.Малыкин - специалист в области лазерной физики, волоконной оптики, является автором известной монографии «Поляризационные эффекты в кольцевых интерферометрах» (Н.Новгород: ИПФ РАН, 2008г.); О.Е.Наний – крупный специалист в области твердотельных и полупроводниковых лазеров,

нелинейной оптики. Назначенные оппоненты являются авторами многочисленных научных статей, опубликованных в высокорейтинговых рецензируемых журналах. В частности, Б.Г.Горшков является автором недавних публикаций в журналах: Laser Phys. (2014,2015), Laser Phys. Lett. 2016; Г.Б.Малыкин - УФН (2014,2015,2016), Опт. и спектроскопия 2016; О.Е.Наний - Opt. Express 2014, Laser Phys. Lett. 2015, Opt. Commun. 2015, Квантовая электроника 2016. Поэтому их способность квалифицированно определить научную и практическую ценность оппонируемой диссертации не вызывает сомнений.

Ведущая организация: ФГБУН Научный центр волоконной оптики РАН (НЦВО РАН) является ведущим научным центром в области волоконной оптики, который хорошо известен своими фундаментальными и прикладными исследованиями как в России, так и за рубежом. В НЦВО РАН проводятся обширные исследования, связанные, в частности, с разработкой волоконных лазеров и усилителей, волоконно-оптических функциональных устройств, специальных световодов и др. Представленные в настоящей диссертации новые научные результаты получены в ходе исследований взаимодействия микрооптомеханических резонансных систем (микроосцилляторов) с излучением именно волоконных лазеров, при этом использованные в работе волноводные микроосцилляторы разработаны на основе специальных световодов. В штате НЦВО РАН состоят высококвалифицированные специалисты, способные объективно и всесторонне оценить результаты и вводы диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: 1) развита теория взаимодействия микроосцилляторов с лазерным излучением с учетом их обратной связи с источником излучения в условиях «внутренних» резонансов в связанной системе, изучены процессы лазерно-оптического возбуждения, усиления и трансформации упругих волн и колебаний в микроосцилляторах; 2) предложена «гидродинамическая» модель взаимодействия микросветовода с распространяющимся интенсивным излучением, обнаружен эффект статической (Эйлеровой) и динамической неустойчивости микросветоводов, приводящей к модуляции излучения; 3) предложены новые методы управления характеристиками лазерного излучения, основанные на возбуждении режимов синхронных автоколебаний в лазерных системах с микроосцилляторами, показана возможность повышения стабильности частоты синхронных автоколебаний благодаря пассивной модуляции спонтанного времени жизни в активном световоде (АС) в условиях лазерного возбуждения мод упругих колебаний АС.

Практическая значимость работы определяется тем, что результаты исследований открывают перспективы разработки новых типов источников когерентного излучения с комбинированным характером модуляции параметров излучения; служат основой для создания новых типов волоконных модуляторов, управляемых светом; нового класса резонансных волоконно-оптических датчиков физических величин (ВОД) с микроосцилляторными сенсорными элементами, многоканальных и многопараметрических контрольно-измерительных систем на их основе, характеризующихся повышенной помехоустойчивостью и большим динамическим диапазоном измерений. Оригинальность и значимость предложенных подходов подтверждается получением соискателем семи патентов РФ на изобретения по теме диссертации и включением разработанных ВОД в состав

систем мониторинга напряженно-деформированного состояния несущих конструкций ряда важных, уникальных строительных сооружений в России.

Достоверность полученных результатов обеспечена: проведением комплексного анализа решаемых проблем с применением апробированных теоретических и экспериментальных методов исследований, строгой постановкой задач; корректным выбором обоснованных допущений, приближений, отвечающим целям и задачам исследования; использованием адекватных физико-математических моделей изучаемых процессов, явлений, рассмотрением частных случаев, допускающих точное решение; качественным и количественным согласием результатов теоретических исследований, численного моделирования с экспериментальными данными, полученными с помощью различных методик измерений на большом числе объектов исследования с использованием обычных и автоматизированных измерительных средств; непротиворечивостью известным научным положениям и фактам.

Личный вклад автора

Представленные в диссертации результаты получены лично соискателем или при его определяющем участии в выборе направления исследований, постановке задачи, обсуждении результатов: исследование автоколебаний направления поляризации излучения волоконных лазеров с микроосцилляторами; флуктуационных колебаний в лазерных системах с микроосцилляторами; разработка методов создания волноводных микроосцилляторов на основе специальных световодов, разработка технологии сопряжения кремниевых микроосцилляторов с кварцевым световодом, выполнены автором лично. В исследованиях бигармонических автоколебаний; «высокочастотных» автоколебаний, возникающих в условиях пассивной синхронизации мод, комбинационного резонанса, вклад соискателя является определяющим. В коллективных публикациях соискателю принадлежат изложенные в настоящей диссертации результаты.

На заседании 16 июня 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Егорову Федору Андреевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

И.о. Ученого секретаря
диссертационного совета



Черепенин Владимир Алексеевич

Назаров Лев Евгеньевич

«29» июня 2017 г.