



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,
ОКПО 02068574

Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195251
тел.: +7(812)297 2095, факс: +7(812)552 6080
office@spbstu.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
по учебной работе

гч Сергеев

та 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Донцова Антона Александровича «Спектр и динамика лазеров на модах шепчущей галереи и кольцевых лазеров», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 — Физика полупроводников

Диссертационная работа А.А.Донцова посвящена развитию теоретических методов исследования явлений в резонаторах на модах шепчущей галереи и в лазерах на их основе.

Актуальность темы диссертации связана с растущим интересом к лазерам с высокодобротными резонаторами на основе мод шепчущей галереи. Высокая добротность таких резонаторов, достигающая значений 10^{10} , позволяет получать лазерное излучение в системах с малым усилением, что чрезвычайно интересно с точки зрения получения новых механизмов лазерной генерации. Резонаторы на модах шепчущей галереи представляют собственный интерес, поскольку их высокая добротность позволяет разрабатывать на их основе узкополосные спектральные фильтры, высокостабильные генераторы, измерять малые величины затухания. В силу высокой добротности таких резонаторов их свойства чрезвычайно сильно зависят от различных дефектов и модификаций структуры. Несмотря на значительный объем теоретических и экспериментальных исследований, связанных с резонаторами на модах шепчущей галереи, влияние различных неоднородностей и проблемы, связанные с выводом излучения из резонатора изучены к настоящему времени недостаточно. В своей работе Донцов А.А. исследует закономерности поведения спектров, модовой структуры и динамики лазеров кольцевого типа, в особенности лазеров на модах шепчущей галереи. Автор особенно интересуется явлениями в модифицированных кольцевых резонаторах. Обзор литературы по этому вопросу демонстрирует разнообразие приложений и теоретических вопросов, связанных с кольцевыми лазерами и лазерами на модах шепчущей галереи. Результаты, полученные в этой области, могут оказаться важными в практическом и теоретическом плане, что демонстрирует актуальность работы.

Содержательная часть работы состоит из четырех глав.

В первой главе исследуется влияние крупномасштабных дефектов на спектры мод шепчущей галереи. Во второй главе теоретически изучен спектр люминесценции в сферических резонаторах с пленкой люминофора на них и показано, что даже тонкая пленка оказывает сильное влияние на спектр. В третьей главе изучаются механизмы, лежащие в основе метода изучения ближнего и дальнего полей лазеров на модах шепчущей галереи и других типов лазеров. Такой метод может оказаться чрезвычайно чувствительным, что интересно на практике. В четвертой главе теоретически демонстрируется, что введение даже слабой обратной связи с задержкой в кольцевой лазер может приводить к возникновению переключений с периодом равным величине задержки.

К числу наиболее важных результатов, имеющих научную новизну, можно отнести следующие:

- показано, что даже малый дефект поверхности резонатора оказывает сильное влияние на спектр мод шепчущей галереи;

- показано, что спектральное положение мод шепчущей галереи в сферических микрорезонаторах существенным образом зависит от толщины оболочки, даже если толщина оболочки мала по сравнению с длиной волны;

- при измерении интенсивности излучения полупроводникового лазера с помощью зонда сканирующего микроскопа резонансная частота колебаний зонда сдвигается благодаря температурной зависимости модуля Юнга материала зонда;

- продемонстрировано, что малая перекрестная оптическая связь с задержкой может привести к переключению встречных мод в кольцевом лазере с периодом близким к удвоенному времени задержки.

Достоверность научных результатов и выводов работы обеспечивается применением современных методов теоретического анализа и численных расчетов.

Практическая ценность работы частично представлена в предыдущих разделах отзыва, добавим, что схема детектирования излучения с помощью кантилевера, предложенная в работе может оказаться более чувствительной по сравнению другими методиками.

Результаты работы можно рекомендовать для использования в научных и учебных организациях, в которых ведутся исследования по сходной тематике: в Институте физики микроструктур РАН, Санкт-Петербургском государственном университете, Академическом университете РАН, Институте физики твердого тела РАН, а также в других вузах и научно-исследовательских институтах.

По диссертации имеются следующие замечания.

1. В автореферате диссертации отсутствует четкая формулировка результатов работы..

2. В первой главе приводятся расчеты для дискового и полудискового резонатора. Математические методы расчета чрезвычайно различны, автор поясняет, что метод «конформных отображений» плохо применим в случае диска и использует метод «граничных возмущений», но не поясняет, почему не использует этот метод в обоих случаях.

3. В третьей главе, касающейся метода регистрации излучения с помощью измерений частоты колебаний кантилевера, не приводятся данные об амплитуде колебаний.

4. В четвертой главе, посвященной переключениям кольцевых лазеров, не разбирается случай асимметричного времени задержки, однако этот вопрос может оказаться важным для практических приложений.

5. В расчетах по эффекту переключения встречных мод в кольцевом резонаторе используются наборы безразмерных параметров, типичных для различных типов лазеров. Было бы удобнее, если бы значения безразмерных параметров сопровождалось реальными физическими значениями.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Результаты работы полностью и своевременно опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, прошли апробацию в форме докладов и обсуждений на российских и международных конференциях и семинарах. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа «Спектр и динамика лазеров на модах шепчущей галереи и кольцевых лазеров» является завершенным научным исследованием, соответствует профилю Совета Д 002.205.02 (специальность 01.04.10 – физика полупроводников), полностью отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.10 — физика полупроводников, а её автор Донцов Антон Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертационная работа А.А.Донцова заслушана и обсуждена на научном семинаре кафедры "Физика полупроводников и наноэлектроника" института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» 14 февраля 2018.

Отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры "Физика полупроводников и наноэлектроника" 28 февраля 2018 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой

"Физика полупроводников и наноэлектроника",
профессор, доктор физико-математических наук
тел. +7 (812) 552 96 71
e-mail: dmfir@rphf.spbstu.ru

✓
Дмитрий Анатольевич Фирсов

Секретарь кафедры

"Физика полупроводников и наноэлектроника"
тел. +7 (812) 552 96 71
e-mail: iischipacheva@mail.ru

Ирина Игоревна Щипачева
✓