

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Савинова Константина Николаевича «Многочастотное излучение диодного лазера с внешним резонатором для возбуждения КПН резонансов в рубидии-87», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Актуальность темы исследования

Диссертация посвящена исследованию спектров полупроводникового лазера с внешним резонатором. Использование подобного типа лазеров для создания стандартов частоты выглядит очень перспективным, но в настоящее время мало работ, посвященных этой теме. Таким образом, представленные в диссертации исследования, несомненно, являются актуальными для развития стандартов частоты.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Объем диссертационной работы – 115 страниц, в том числе рисунков – 56.

Автореферат диссертации написан и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ и отражает основное содержание диссертационной работы.

Во **введении** содержатся сведения об актуальности и степени разработанности темы исследования, определены цели и задачи исследования, представлены защищаемые положения, описан личный вклад автора.

В **первой главе** экспериментально определены параметры излучения диодного лазера с внешним резонатором. Приведены зависимости оптической частоты излучения при изменении тока инжекции и длины внешнего резонатора. На основании этого описаны способы подстройки оптической частоты излучения.

Во **второй главе** приводятся результаты исследований спектра излучения диодного лазера с внешним резонатором при модуляции тока инжекции СВЧ частотами. Описан разработанный соискателем метод обработки составных спектров излучения лазера с помощью экспериментально записанной формы пропускания сканируемого интерферометра Фабри-Перо, позволяющий снизить погрешность обработки. При использовании описанного метода обработки получены зависимости амплитуд спектральных компонент от частоты СВЧ модуляции при различных токах инжекции лазера и показано, что увеличение тока инжекции приводит к уменьшению размаха осцилляций. Также в главе приводятся результаты по регистрации резонансов КПН в

ячейке с рубидием-87 при пропускании через нее излучения, модулированного с частотой, равной половине от часовой.

В третьей главе приведены результаты исследования спектров излучения ДЛВР при модуляции тока инжекции ОВЧ сигналами. Использование частот данного диапазона для модуляции позволяет получить структуру из ОВЧ компонент на различных полосах спектра, что может быть использовано для многочастотного возбуждения резонансов КПН. Здесь же теоретически описывается метод уменьшения световых сдвигов резонанса КПН при использовании многочастотного излучения. Экспериментально обнаружено, что структура ОВЧ компонент на боковых полосах спектра привязана модам внешнего резонатора.

Четвертая глава посвящена исследованию спектра излучения при совместном действии СВЧ и ОВЧ модуляции тока инжекции. Приводятся результаты регистрации тонкой структуры и огибающих спектра при различных параметрах СВЧ и ОВЧ модуляции. Экспериментально продемонстрировано, что при совместном действии ОВЧ и СВЧ модуляции интервал между боковыми полосами управляется частотой СВЧ сигнала. В завершение главы описывается эксперимент по регистрации серии эквидистантных КПН резонансов при совместном действии СВЧ и ОВЧ модуляции.

В заключении представлены основные результаты диссертационной работы.

Достоверность результатов обеспечивается применением экспериментальных методик, широко распространенных в научном сообществе. Положения, выносимые на защиту, обоснованы теоретически и подтверждены данными экспериментов.

Основные результаты исследования обсуждались на ряде международных конференций, а также опубликованы в реферируемых российских и международных изданиях.

Практическая значимость диссертации

В работе продемонстрировано, что использование экспериментально записанной функции пропускания интерферометра Фабри-Перо позволяет повысить точность обработки составных спектров, по сравнению с широко используемой формулой Эйри. В ходе исследований впервые зарегистрирована серия резонансов КПН при возбуждении одновременно несколькими парами компонент, что в последствии позволит снижать световые сдвиги резонансов КПН.

Полнота опубликования результатов работы

В опубликованных соискателем печатных работах в полной мере отражены

основные положения и результаты диссертационного исследования.

Материалы диссертации опубликованы в 7 статьях в рецензируемых российских и зарубежных научных журналах из перечня ВАК, а также в 12 тезисах международных конференций, 6 из которых индексируются базами Scopus и/или Web of Science. Автором получен 1 патент Российской Федерации на изобретение.

Замечания по диссертационной работе

- 1) Многие экспериментальные результаты диссертации получены при использовании в качестве источника излучения накачки определённого полупроводникового лазера компании VitaWave. Будут ли результаты теми же при использовании в качестве источника излучения накачки полупроводниковых лазеров других производителей?
- 2) В разделе 2.5 сообщается об измерении ширины резонанса КПН, составившей 2,68 кГц. Неясно, как было возможно так точно измерить ширину резонанса КПН с помощью лазера с шириной линии излучения 50 кГц (глава 1).
- 3) В диссертации предлагается создание оптического стандарта частоты на основе полупроводникового лазера с внешним резонатором. Однако модуляция тока инжекции лазера существенно увеличивает ширину линии излучения лазера, что может затруднять стабилизацию частоты стандарта. Необходимо это прокомментировать.
- 4) Проведённые в диссертации исследования имеют конечной целью улучшение характеристик квантовых стандартов частоты на основе резонанса когерентного пленения населенности. Неясен масштаб этих улучшений.


Однако указанные недостатки не снижают общей высокой оценки уровня работы и значения представленных в диссертации результатов. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а автореферат и публикации по теме диссертации полностью отражают ее содержание.

Заключение

Диссертация К. Н. Савинова «Многочастотное излучение диодного лазера с внешним резонатором для возбуждения КПН резонансов в рубидии-87» удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, удовлетворяет критериям п.п. 9-14 «Положения о

порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Савинов Константин Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Заведующий отделом лазерной физики
и инновационных технологий,
доктор физико-математических наук
по специальности 01.04.05 – Оптика

 Кобцев
Сергей Михайлович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»,

630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2

Тел: 214-00-09

e-mail: s.kobtsev@nsu.ru

Подпись С. М. Кобцева заверяю

Учёный секретарь НГУ, к.х.н.

Тарабан Елена Анатольевна

