

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Лосева Сергея Николаевича
**«Получение и исследование нерасходящихся (бесселевых) пучков
от полупроводниковых лазеров и светодиодов»,**
представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Актуальность работы

Полупроводниковые лазеры в настоящее время широко и эффективно применяются в различных областях науки и техники и завоевывают все более и более широкие сферы применения: фотоника, оптоволоконная связь, лазерная медицина. Для многих практических применений требуется мощное и хорошо сфокусированное излучение. Среди них такие практические задачи, как ввод излучения в оптоволокно, резка металлов, манипуляция микроскопическими объектами и т. п. На настоящий день эти задачи, в принципе, решаются с помощью газовых и твердотельных лазеров, однако стоимость устройств довольно высока. Переход к полупроводниковым источникам света позволит не только в разы снизить стоимость, но и сделать подобные устройства по-настоящему портативными. Сейчас наибольшая мощность выходного излучения достигается в полупроводниковых лазерах с резонатором Фабри-Перо и широким полоском. Однако эффективная фокусировка излучения таких лазеров существенно затруднена из-за присущего им многомодового характера. В связи с этим диссертационная работа С. Н. Лосева, посвященная получению хорошо сфокусированных нерасходящихся пучков света, несомненно, актуальна, имеет практическую значимость и обладает всеми признаками новизны.

Общая характеристика и структура диссертации

Диссертация изложена на 110 страницах и состоит из 4 глав и списка литературы из 62 наименований.

Первая глава диссертации посвящена обзору литературы. В ней рассмотрены свойства гауссовых световых пучков, их распространение и причины расходимости, а также свойства и особенности бесселевых пучков и способы их получения.

Вторая глава демонстрирует полученные автором экспериментальные результаты получения бесселевых пучков от разнообразных полупроводниковых источников излучения: светодиодов, торцевых и вертикально излучающих лазеров различной

конструкции. Здесь отмечается, что узкополосковые одномодовые лазеры не позволяют получить достаточную мощность излучения для применения в бесселевой конфигурации. Поэтому далее внимание в работе акцентируется на фокусировку излучения полупроводниковых лазеров с *широким полоском* и приводится подробный анализ распространения получаемых с их помощью пространственно-инвариантных световых пучков.

В третьей главе рассмотрены факторы, влияющие на размер центрального пятна и длину распространения нерасходящихся пучков: влияние скругления вершины конической линзы аксикона и параметра распространения пучка M^2 .

Четвертая глава подчёркивает практическую ценность работы. В ней экспериментально показана возможность получения фокусного пятна значительно меньшего размера, нежели это возможно с помощью традиционной оптики, при использовании излучения от полупроводниковых источников с высоким значением параметра M^2 . Здесь же продемонстрирована модель оптического пинцета с управляющим бесселевым пучком от полупроводникового лазера для манипулирования микрочастицами размером в единицы микрон.

Диссертация написана чётким и ясным языком. Изложение сопровождается большим количеством рисунков и фотографий. По результатам работы сформулированы четыре научных положения.

Научная новизна полученных результатов и выводов

В диссертации получен целый ряд важных и интересных новых результатов:

- Впервые получены бесселевы пучки от полупроводниковых источников излучения с высоким значением параметра M^2 ;
- Исследованы факторы, влияющие на формирование нерасходящихся пучков, размер их центрального пятна и длину распространения;
- Практически получены мощные пространственно-инвариантные пучки от полупроводниковых лазеров;
- Действующая модель оптического пинцета с управляющим бесселевым пучком доказала возможность использования полупроводниковых лазеров в устройствах для манипулирования микроскопическими объектами.

Однако диссертационная работа не лишена недостатков.

В качестве замечаний можно отметить следующие:

1. В работе несколько раз встречается выражение “Бесселев луч”. Какова правомерность его использования, если световой луч – это физическое понятие в рамках

приближения геометрической оптики, а бесселево распределение плотности электромагнитного пучка имеет сугубо волновую интерференционную природу?

2. Известно, что излучение полупроводникового лазера является поляризованным. Как наличие поляризации излучения проявлялось в проведенных исследованиях и будет ли оно влиять на работу предлагаемого оптического пинцета на полупроводниковом лазере?

3. Из-за перераспределения оптической мощности по бесселевым кольцам в центральном пятне оказывается сосредоточено примерно 10% мощности излучения. В связи с этим было бы желательно оценить минимальную мощность полупроводникового лазера для практических применений оптического пинцета.

4. На с. 64 диссертации автор ссылается на отсутствующие рисунки 5а, б, в. Кроме того, для рисунков 24, 25 нет объяснений в тексте.

Эти замечания не снижают высокой оценки работы. Оценивая диссертационную работу С. Н. Лосева в целом, следует отметить ее выраженную направленность на решение актуальных практических задач современной фотоники, оптоэлектроники и биомедицины. Диссертация С. Н. Лосева представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Автореферат полно отражает содержание диссертации. В нем четко выделены основные новые результаты и приоритет автора.

Содержание диссертационной работы докладывалось на всероссийских и международных конференциях и опубликовано в ведущих научных журналах.

Считаю, что выполненная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Сергей Николаевич Лосев, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Профессор кафедры Микро- и наноэлектроники
Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета «ЛЭТИ»,
доктор физико-математических наук


В.И.Зубков

31.10.2014



ПОДПИСЬ РУКИ
Зубкова
АМ.Н.ОК
ЗАВЕРЯЮ:
И. САРАЕВ
2014
31 10