

В диссертационный совет АУ 02.01,
созданный на базе федерального
государственного бюджетного учреждения
высшего образования и науки
«Санкт-Петербургский национальный
исследовательский Академический
университет имени Ж.И. Алфёрова
Российской академии наук»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Мельниченко Ивана Алексеевича
«Влияние поверхностных явлений и динамики носителей заряда на характеристики
микродисковых лазеров с квантоворазмерной активной областью на основе
InGaAs/GaAs»,
представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.11 «Физика полупроводников»

Развитие фотоники и интегральной оптоэлектроники предъявляет все возрастающие требования к миниатюризации источников когерентного излучения, их энергоэффективности и совместимости с существующими технологическими платформами. В этом отношении микродисковые лазеры, а также микрокольцевые лазеры, представляют собой одно из перспективных направлений исследований и разработок. Ключевым преимуществом такого типа устройств является реализация мод шепчущей галереи, обеспечивающих низкие пороги генерации, высокую спектральную селективность, а также латеральный (в плоскости подложки) вывод излучения, что упрощает их интеграцию в фотонные интегральные схемы. Использование гетероструктур с квантово-размерной активной областью позволяет обеспечить дальнейшее снижение пороговой плотности тока, повышения дифференциальной эффективности и улучшения температурной стабильности излучения.

Несмотря на все преимущества, данный тип лазеров имеет ряд нерешенных проблем, сдерживающих их активное использование: невысокая направленность выходного излучения, обусловленная симметрией дискового резонатора, проблемы, связанные с тепловым режимом работы активной области, высокая чувствительность к параметрам боковой поверхности (морфологии, дефектности и пр.). Последний фактор особенно сильно проявляется при уменьшении размеров таких аксиально-симметричных структур, оказывая все возрастающее влияние на эффективность излучения и пороги лазерной генерации. Поэтому установление взаимосвязи между динамикой носителей заряда, поверхностной рекомбинацией и пространственным распределением электромагнитного поля мод шепчущей галереи в таких микролазерах представляет актуальную научную задачу, решению которой посвящена диссертационная работа И.А. Мельниченко.

Основным достоинством диссертационной работы И.А. Мельниченко является комплексное исследование взаимосвязи динамики носителей заряда и поверхностных процессов с оптическими и лазерными характеристиками микродисковых резонаторов с различными типами квантоворазмерной активной области на основе GaAs.

К числу наиболее значимых результатов работы следует отнести:

- определение временных характеристик фотолюминесценции, параметров диффузии и поверхностной рекомбинации в эпитаксиальных структурах и

цилиндрических мезаструктурах с активной областью на основе квантовых яма-точек InGaAs/GaAs;

- подтверждение эффективности золь-гель пассивации слоем SiO_2 для повышения интенсивности фотолюминесценции мезаструктур и снижения порога генерации микролазеров с активной областью на основе квантовых ям InGaAsN/GaAs;
- определение факторов, влияющих на определения радиального порядка лазерной моды шепчущей галереи (влияние поверхностного обеднения носителей и утекания поля в подложку);
- демонстрацию возможности использования микродисковых лазеров в качестве рефрактометрических сенсоров.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечиваются применением взаимодополняющих методов исследования и согласованием экспериментальных данных с моделированием. Результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях и апробированы на профильных конференциях.

При общей положительной оценке работа не лишена замечаний:

1. В работе показано, зависимость отношения интенсивностей фотолюминесценции до и после пассивации слоем Al_2O_3 (рисунок 6) от диаметра меза-структур имеет немонотонный характер, убывающий с уменьшением мезы, что объясняется увеличением вклада безызлучательной рекомбинации на боковых стенках. Однако, при пассивации структур слоем SiO_2 тенденция обратная и ожидаемая (рисунок 7) – влияние пассивации снижается с ростом диаметра структуры. Не может ли обнаруженная немонотонность быть связана с особенностями метода нанесения?
2. Из автореферата не ясно проводился ли анализ преимуществ использования микродисковых лазеров в качестве сенсоров в сравнении с конкурирующими решениями?

Приведённые замечания носят уточняющий характер, не ставят под сомнение достоверность основных результатов и не снижают общей положительной оценки работы.

Содержание автореферата позволяет заключить, что диссертация является завершённой научно-квалификационной работой и соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней в ФГБУ ВОиН «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Её автор, Мельниченко Иван Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 «Физика полупроводников».

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Солодовник Максим Сергеевич
кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник,
Лаборатория эпитаксиальных технологий,
Институт нанотехнологий, электроники и
приборостроения,
ФГАОУ ВО Южный федеральный университет

«04» 09 2026 г.

Почтовый адрес: улица Шевченко, 2, г. Таганрог, Ростовская область, 347922

Подпись Солодовника М.С. удостоверяю



и.с