

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. Алферова 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

Важным компонентом современной интегральной фотоники являются компактные полупроводниковые источники когерентного излучения. Перспективным вариантом их реализации являются микрорезонаторы в конфигурации микродисков и микроколец, способные поддерживать высокодобротные моды шепчущей галереи (МШГ). Выходные характеристики данного типа лазеров в значительной степени определяются свойствами квантоворазмерной активной области, динамикой и транспортом носителей заряда. Уменьшение размеров резонаторов приводит к дополнительному фактору, определяемому процессами на боковой поверхности микрорезонатора. В работе Мельниченко И. А. в качестве активных областей микрорезонаторов исследованы квантовые яма-квантовые точки InGaAs/GaAs, характеризующиеся как рядом свойств квантовых ям, КЯ, так и рядом свойств квантовых точек, КТ. К преимуществам данных активных областей стоит отнести возможность складирования большего числа слоев без существенного увеличения их дефектности и более высокое материальное усиление по сравнению с КТ InAs/InGaAs. Исследование динамических характеристик и параметров транспорта носителей заряда в данных гетероструктурах актуально для их последующего использования в качестве активных областей микролазеров.

В работе исследована кинетика время-разрешённой фотолюминесценции КЯ-КТ InGaAs/GaAs в широком температурном диапазоне (10–300 К). На основе совместного анализа стационарных и время-разрешённых люминесцентных характеристик мезоструктур с различным диаметром определены скорость поверхностной рекомбинации, длина и коэффициент амбиполярной диффузии носителей заряда. Полученные результаты свидетельствуют, что латеральный транспорт носителей заряда в КЯ-КТ InGaAs/GaAs является промежуточным случаем по сравнению с КЯ и КТ. Меньшая локализация носителей заряда, в сравнении с КТ, свидетельствует об увеличении вклада поверхностной безызлучательной рекомбинации. Как результат, проведены исследования, направленные на

снижение поверхностных оптических потерь с помощью пассивации с использованием золь-гель осаждения SiO_2 и атомно-слоевого осаждения Al_2O_3 . Показано улучшение оптических характеристик мезоструктур и микролазеров после пассивации поверхности, что свидетельствует о научной и практической значимости проведенных исследований. Тем не менее показано, что приповерхностное обеднение носителей заряда в микролазерах ограничивает генерацию МШГ низких радиальных порядков, тогда как утечка МШГ в подложку GaAs ограничивает лазерную генерацию на модах высоких радиальных порядков. Тем самым особенности транспорта и поверхностной рекомбинации непосредственно связываются с режимом генерации. Практическая значимость работы состоит в демонстрации возможности использования микродисковых лазеров в качестве датчика изменения показателя преломления среды, окружающей микрорезонатор.

Автореферат демонстрирует, что диссертационная работа Мельниченко И. А. является завершённым научно-квалификационным исследованием. По объему, качеству и практической значимости работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук». Работа может быть рекомендована к защите, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников.

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории интегральной оптики на гетероструктурах Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Бабичев Андрей Владимирович

Почтовый адрес: 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26

Телефон: 292-79-14 Электронная почта: a.babichev@mail.ioffe.ru

«21» сентября 2026 г.

Подпись заверяю: