

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Харченко Антона Александровича
«Оптическое поглощение и излучение в волноводных гетероструктурах GaAs/AlGaAs с активной областью на основе квантовых яма-точек InGaAs»
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

В работе представлены результаты исследования волноводных p-i-n гетероструктур на основе полупроводниковых соединений III-As, выращенных методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений на подложках n+-GaAs, с активной областью, содержащей $\text{In}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ «квантовые-яма-точки» (КЯТ), разделенные барьерами GaAs. Благодаря своим электронным и оптическим свойствам на основе таких гетероструктур созданы высокоэффективные фотоприемники и лазерные диоды ИК диапазона (980–1100 нм), обладающие низкой плотностью порогового тока. Однако фундаментальные оптические и оптоэлектронные свойства гетероструктур с КЯТ остаются недостаточно исследованными, что обусловлено как относительной новизной данных гетероструктур, так и сложностью их теоретического моделирования из-за сильных флуктуаций толщины и химического состава. Таким образом, проводимое в диссертационной работе исследование оптических свойств гетероструктур с КЯТ и их прямое сопоставление с гетероструктурами с классическими квантовыми ямами InGaAs (КЯ) и квантовыми точками InAs (КТ) является весьма **актуальной** научной задачей.

Научной новизной в работе обладает ряд важных результатов, полученных автором впервые. В частности, проведено сравнение гетероструктур с КЯТ и с КТ по достигаемому значению насыщенного модального усиления в сопоставимых волноводах, в рамках которого было продемонстрировано значительное (в 9 раз) превосходство использования КЯТ по сравнению с КТ. Также в работе впервые продемонстрировано уникальное свойство лазеров на основе гетероструктур с КЯТ – стабильная лазерная генерация на основном оптическом переходе при высоких плотностях токов накачки (до 48 кА/см^2) и высоких внешних потерях (выше 60 см^{-1}). Кроме того, впервые был обнаружен эффект снижения чувствительности волноводных фотодиодов к поляризации падающего излучения с увеличением длины образца и (или) количества слоёв КЯТ, что обладает **практической значимостью** для создания волноводных фотодиодов с настраиваемой поляризационной чувствительностью.

При ознакомлении с авторефератом диссертации возникли следующие вопросы и замечания:

1. В работе детально исследованы гетероструктуры с квантовыми яма-точками в системе материалов InGaAs/GaAs, работающие в ближнем инфракрасном диапазоне (900–1100 нм). В связи с этим возникает вопрос о масштабируемости данных структур в более длинноволновую спектральную область. Насколько универсальным является механизм формирования таких КЯТ на вицинальных подложках для других систем материалов, в частности для структур InGaAsP/InP, востребованных в телекоммуникационном диапазоне ~1,55 мкм?
2. В обосновании актуальности темы автор упоминает востребованность ближнего ИК-диапазона для оптических интегральных схем (ИС). Как автор оценивает перспективы монолитной интеграции лазеров и фотодетекторов на основе КЯТ на одном кристалле для создания фотонных ИС?

3. Для расчета энергий оптических переходов в работе применена модель симметричной квантовой ямы с эффективными значениями толщины и содержания индия. Поскольку в автореферате отсутствуют данные прямой визуализации поперечного среза (например, методом ПЭМ), возникает вопрос: как соотносится используемая в модели эффективная толщина квантовой ямы с реальным физическим профилем КЯТ.

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают высокую оценку работы в целом.

Диссертационная работа «Оптическое поглощение и излучение в волноводных гетероструктурах GaAs/AlGaAs с активной областью на основе квантовых ям-точек InGaAs» соискателя Харченко А.А. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Харченко Антон Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – физика полупроводников.

Директор по новым разработкам
ООО «Коннектор Оптикс»
194292, Россия, г. Санкт-Петербург
ул. Домостроительная, д. 16, литер Б
тел. +7 (812) 327 5055
факс +7 (812) 334 72 20
e-mail: Innokenty.Novikov@connector-
optics.com
www.connector-optics.com

/ _____ / к.ф.-м.н.Новиков.И.И./
«20» августа 2026 г.

Подпись Новикова Иннокентия Игоревича заверяю

/ _____ /
«20» августа 2026 г.

Специалист по кадрам
ООО «Коннектор Оптикс»
/С.В.Попова/