

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации**

**Задорожного Олега Федоровича на тему**  
**«ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ**  
**СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ**  
**НА ОСНОВЕ InGaN/GaN»**

**Актуальность темы диссертационного исследования.**

Бурное развитие оптоэлектроники в последнее десятилетие в значительной степени обусловлено, с одной стороны, развитием методологии изготовления и топологии полупроводниковых приборов, а с другой, совершенствованием технологии получения многослойных гетероструктур с использованием элементов нанометрового масштаба. В этом развитии особая роль принадлежит созданию твердотельных источников оптического излучения, использующих квантово-размерный эффект для свободных носителей заряда, заключенных в потенциальную яму толщиной менее длины волны де Бройля. Применение данной методологии повышения скорости излучательной рекомбинации к полупроводниковым светодиодам на основе p-n перехода позволило создать широкую номенклатуру высокоэффективных источников когерентного и некогерентного излучения. Это привело к большим изменениям в других областях: в архитектуре, рекламе, дизайне в оформлении общественных мест, зданий, помещений и т.д. В настоящее время выпуском светодиодных источников излучения по всему миру заняты многие предприятия, фирм, специализирующиеся на оптоэлектронной продукции.

Таким образом, тема диссертационной работы представляется актуальной, а полученные в ней результаты практико-ориентированными и востребованными.

В процессе выполнения диссертационной работы соискателем выполнен большой объем исследований электрофизических и оптических свойств гетероструктур с множественными квантовыми ямами на основе барьера InGaN/GaN. Получено много новых научных и прикладных результатов.

**Наиболее значимые научные результаты, полученные соискателем в процессе выполнения диссертационной работы:**

1. Составлена и обчислена эквивалентная схема светодиодной гетероструктуры, учитывающая наличие сквозного тока через структуру, особенности захвата/выброса носителей заряда квантовыми ямами и излучательной рекомбинации носителей заряда в них;

2. Разработанный на её основе новый метод исследования полупроводниковых светодиодных источников, основанный на низкочастотных измерениях дифференциального сопротивления гетероструктуры и потенциально обладающий высокой информативностью о свойствах полупроводникового прибора;

3. Обнаружение особенности в механизме зон-зонной излучательной рекомбинации при высоких уровнях легирования полупроводника, вызванной большим различием концентраций неравновесных электронов и дырок, что характерно для соотношения концентраций в квантовых ямах, разнесенных по ширине p-n перехода.

4. Основным результатом выполненных исследований считаю новую конструкцию квантовой ямы с комбинированным профилем, в которой совмещены функции генерации оптического излучения с требуемыми параметрами и усиленного захвата носителей заряда на состоянии квантовой ямы, что позволяет значительно увеличить

интенсивность генерируемого излучения по сравнению с интенсивностью квантовой ямы традиционного прямоугольного профиля.

**В качестве замечаний к автореферату О.Ф Задорожного можно указать следующие:**

1. В работе не указаны ограничения на величину положительного эффекта от использования в светодиодных гетероструктурах квантовых ям комбинированного профиля, а также на число объединяемых квантовых ям;

2. Отсутствуют экспериментальные данные по исследованию излучающих свойств гетероструктур с ямами комбинированного профиля;

3. Полученное в работе аналитическое выражение по расчету интенсивности излучения квантовой ямы комбинированного профиля не учитывает влияние поля поляризации (спонтанной, пиро- и пьезополяризации) являющейся одной из основных причиной снижения внутренней квантовой эффективности генерации света в материале InGaN, а следовательно, полученный выигрыш в интенсивности комбинированной ямы может оказаться заметно меньше или вообще отсутствовать;

4. При выполнении экспериментальных исследований автор мало внимания уделяет описанию топологии и основных параметров используемых гетероструктур, что отрицательно сказывается на глубине трактовки полученных результатов.

Приведенные недостатки не влияют на научную новизну полученных результатов, не снижают их практическую значимость.

На основании проведенного рассмотрения содержания автореферата считаю, что диссертация «Повышение эффективности светодиодных источников излучения на основе InGaN/GaN» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям и изложенным в «Положении о присуждении учёных степеней», утвержденном Постановлением

правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в последней ред. от 01.10.2018 г.), а её автор Задорожный Олег Федорович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.03.05 – «Физическая электроника».

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Задорожного Олега Федоровича.

Гуртов Валерий Алексеевич

Доктор физ.-мат. наук, профессор

Профессор кафедры физики твердого тела

Физико-технического института

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петрозаводский государственный университет»

Адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, Ленина пр., д. 33

Тел. +79217265639,

Адрес электронной почты: [vgurt@petrsu.ru](mailto:vgurt@petrsu.ru)

Подпись

В. Гуртов / Валерий Алексеевич Гуртов

« 29 » ноября 2023г.

Подпись Гуртов В.А. Заверяю

Проректор по НИР

В.С. Сюнев

« 29 » ноября 2023г.

