

## Отзыв

на автореферат диссертации Копьева Виктора Васильевича на тему:  
«Влияние встроенных электрических полей на перенос носителей заряда  
в излучающих структурах InGaN/GaN», представленной на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников

Актуальность диссертационной работы Копьева В. В. сомнения не вызывает. Работа посвящена исследованию электрических и оптических характеристик структур с множественными квантовыми ямами и сверхрешетками InGaN/GaN, которые широко используются для создания различных оптоэлектронных приборов в видимой, а также ультрафиолетовой областях спектра. Известно, что в исследуемых структурах присутствуют встроенные электрические поля пьезоэлектрической и спонтанной поляризации с напряженностью порядка 1 МВ/см. Наличие этих полей в областях квантовых ям и барьеров оказывает существенное влияние на транспорт носителей заряда в активной области гетероструктур. Также до начала исследований В. В. Копьева не было представлено модели, которая смогла бы корректно описать транспорт носители заряда в светодиодных структурах с квантовыми ямами InGaN/GaN в области криогенных температур.

Среди полученных результатов данной работы особенно следует выделить следующие:

1. Экспериментально обнаружены участки отрицательной дифференциальной проводимости в структурах с множественными квантовыми ямами InGaN/GaN с толщиной барьеров GaN 6 нм, что связано с резонансными туннельными переходами между соседними квантовыми ямами в активной области исследуемой структуры.
2. Спад квантовой эффективности светодиодных структур с множественными квантовыми ямами  $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$ , в области криогенных температур, связан с ростом баллистического тока.
3. В светодиодных наногетероструктурах с множественными квантовыми ямами  $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}/\text{GaN}$  в области криогенных температур достигаются максимальные значения квантовой эффективности, что связано с инжекцией дырок из примесных акцепторных состояний Mg за счет туннелирования по дефектным состояниям в GaN и последующей излучательной рекомбинации в квантовых ямах.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 17 работах (в том числе 7 статей в рецензируемых научных журналах) и доложены на международной и всероссийских конференциях.

В общем материалы автореферата позволяют сделать заключение, что диссертация «Влияние встроенных электрических полей на перенос носителей заряда в излучающих структурах InGaN/GaN», является завершенной научно-квалификационной работой, которая соответствует всем требованиям действующего Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к диссертационным исследованиям, а её автор Копьев Виктор Васильевич

заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – Физика полупроводников.

И.о. заведующего лабораторией  
молекулярно-лучевой эпитаксии соединений  $A_3B_5$ ,  
института физики полупроводников им. А.В. Ржанова  
Сибирского отделения Российской академии наук,  
Старший научный сотрудник, доктор физ.-мат. наук,  
(e-mail: zhur@isp.nsc.ru)

19.12.2019



Журавлев Константин Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, адрес: 630090, Россия, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13; телефон: +7(383)330-90-55;

E-mail: ifp@isp.nsc.ru; адрес сайта: <https://www.isp.nsc.ru/>

Я, Константин Сергеевич Журавлев, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Копьева Виктора Васильевича, и их дальнейшую обработку.



Подпись Журавлева К.С. удостоверяю  
М.П.



Ученый секретарь  
ИФП СО РАН  
С.А. Аржанникова