

**Заключение диссертационного совета МГУ.01.08
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от 13 июня 2018 г. № 10.

О присуждении Асланяну Артёму Эдуардовичу, гражданину Российской Федерации, 1992 года рождения, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Модуляционная спектроскопия светодиодных гетероструктур на основе InGaN/GaN» по специальности 01.04.05 — «Оптика» принята к защите 18 апреля 2019 г., протокол № 4, диссертационным советом МГУ.01.08.

Соискатель Асланян Артём Эдуардович в 2014 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика», а в 2019 году — очную аспирантуру Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Оптика». С 2014 года соискатель работает в должности младшего научного сотрудника кафедры общей физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель — Авакянц Лев Павлович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Горелик Владимир Семёнович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией комбинационного рассеяния света Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН),

Снигирев Олег Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики полупроводников и криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,

Образцова Елена Дмитриевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая лабораторией спектроскопии наноматериалов Отдела фотоиндуцированных поверхностных явлений Центра естественно-научных исследований Института общей физики имени А.М. Прохорова Российской академии наук (ЦЕНИ ИОФ РАН),

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 статей, из которых 5 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определённых п. 2.3 Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова. Содержание публикаций соискателя А.Э. Асланяна соответствуют специальности 01.04.05 — «Оптика». Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии. В качестве наиболее значимых можно выделить следующие работы:

1. Avakyants L., Aslanyan A., Bokov P., Polozhentsev K., Chervyakov A. The difference between reflectance and electroreflectance spectra of AlGaIn/GaN/InGaIn LED structures // Phys. status solidi c., 2012. T. 9, № 3–4. С. 818–821. doi: 10.1002/pssc.201100451

2. Avakyants L.P., Aslanyan A.E., Bokov P. Yu., Polozhentsev K. Yu., Chervyakov A.V. Linear electro-optic effect in electroreflectance spectra of AlGaIn/InGaIn/GaN light emitting diodes structures // Jpn. J. Appl. Phys. 2013. doi: 10.7567/JJAP.52.08JK11

3. Авакянц Л.П., Асланян А.Э., Боков П.Ю., Положенцев К.Ю., Червяков А.В. Спектры электроотражения множественных квантовых ям InGaIn/GaN, помещённых в неоднородное электрическое поле рп-перехода // Физика и техника полупроводников. 2017. Т. 51, № 2. С. 198–201. doi: 10.1134/S1063782617020038

4. Avakyants L.P., Aslanyan A.E., Bokov P.Yu., Polozhentsev K. Yu., Chervyakov A.V. Study of built-in electric field in active region of GaN/InGaN/AlGaIn LEDs by electroreflectance spectroscopy // Solid. State. Electron. Elsevier, 2017. Т. 130. С. 45–48. doi: j.sse.2017.01.008

5. Асланян А.Э., Авакянц Л.П., Боков П.Ю., Червяков А.В. Исследование распределения встроенных электрических полей в светодиодных гетероструктурах с множественными квантовыми ямами GaN/InGaN методом электроотражения // Физика и техника полупроводников. 2019. Т. 53, № 4. С. 493–499. doi: 10.1134/S106378261904002X

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются квалифицированными специалистами в области оптических исследований полупроводниковых материалов с квантоворазмерными структурами и имеют публикации по теме диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований предложено комплексное использование трёх оптических модуляционных методик для определения пьезоэлектрических полей и электрооптических свойств в квантовых ямах активной области светодиодных гетероструктур на основе InGaIn/GaN. Результаты, полученные на основе предложенного Асланяном А.Э. анализа наблюдаемых спектральных особенностей, были использованы в качестве рекомендаций для технологов ЗАО НПЦ «Полус» с целью повышения эффективности опытных образцов светодиодных гетероструктур InGaIn/GaN.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Получено, что:

1. Наблюдаемая в спектрах электроотражения светодиодных гетероструктур InGaIn/GaN смена фазы интерферирующих волн при изменении смещения р-п-перехода обусловлена сменой знака разности показателей преломления слоёв InGaIn и GaIn вследствие электрооптического эффекта.

2. Предложенный метод получения полных спектров ЭО с помощью соотношений Крамерса-Кронига позволяет оценить неоднородность напряжённости электрического поля в квантовых ямах активной области светодиодных гетероструктур InGaIn/GaN. Этим методом установлено увеличение напряжённости электрического поля в квантовых ямах по толщине активной области с ростом концентрации индия в слоях $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$.

3. Средняя напряжённость электрического поля в квантовых ямах активной области светодиодной гетероструктуры снижается в 1,6 раза с ростом количества квантовых ям от одной до пяти.

4. Метод спектроскопии фототока позволяет определять обусловленные размытием гетерограниц $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaIn}$ изменения концентрации индия в активной области светодиодной гетероструктуры.

5. При поглощении излучения с длиной волны в диапазоне 350-500 нм в гетероструктурах на основе квантовых ям InGaIn/GaN наблюдается фотореверсивный

эффект: при определённых смещениях р-п-перехода направление фототока зависит от длины волны излучения.

6. Энергии межзонных переходов в активной области светодиодных гетероструктур с квантовыми ямами InGaN/GaN могут быть определены по минимумам в спектрах электропропускания и экстремумам в спектрах производной фототока.

На заседании 13 июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Асланяну Артёму Эдуардовичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — 16, «против» — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель
диссертационного совета МГУ 01.08
доктор физико-математических наук,
профессор

Салецкий Александр Михайлович

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ 01.08
доктор физико-математических наук,
доцент

Косарева Ольга Григорьевна

Дата оформления заключения: 13 июня 2019 г.