

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.415.03, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР) МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27.12.2023 г. № 240

О присуждении Томашевичу Александру Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Процессы дефектообразования в гетероструктуре GaN-светодиодов с множественными квантовыми ямами» по специальности 1.3.5 – физическая электроника принята к защите 24 октября 2023 г. (протокол заседания № 238) диссертационным советом 24.2.415.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР), Министерство образования и науки Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 40, приказ о создании совета № 1030/нк от 30.12.2013 г.

Соискатель Томашевич Александр Александрович, 28 января 1988 г. рождения, в 2010 г. окончил специалитет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР) по специальности «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». В 2020 г. окончил очную аспирантуру ТУСУРа. В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в НИИ систем электросвязи (НИИ СЭС) ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре Конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР) ТУСУРа.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук **Еханин Сергей Георгиевич**, ТУСУР, профессор кафедры КУДР.

Официальные оппоненты:

**Брудный Валентин Натанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики полупроводников, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»;

**Полисадова Елена Федоровна**, доктор физико-математических наук, профессор отделения материаловедения инженерной школы новых производственных технологий, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», дали положительные отзывы на диссертацию.



Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «**Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ)**, г. Москва, г. Зеленоград, в своем **положительном отзыве**, подписанном Лосевым В.В., д.т.н., доцентом, директором Института интегральной электроники имени академика К.А. Валиева (ИнЭл), Егоркиным В.И., к.т.н., начальником научно-исследовательской лаборатории «Элементная база нанoeлектроники» и утвержденном Гавриловым С.А., д.т.н., профессором, проректором по научной работе МИЭТ, указала, что диссертация Томашевича А.А. является законченным научным исследованием и соответствует критериям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.06.2013 г. № 842 (ред. от 28.08.2017), предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Томашевич Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.5 – «Физическая электроника».

Соискатель имеет 23 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 работы, из них 3 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК, 2 публикации в журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, а также 16 работ в материалах всероссийских и международных конференций.

#### **Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Еханин, С.Г. Оценка локального перегрева в гетероструктуре светоизлучающего диода на основе GaN / С.Г. Еханин, М.Н. Романовский, **А.А. Томашевич** // Доклады ТУСУР. – 2012. – № 2(26). – Ч. 1. – С. 57–60. – DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-4-23-25.

2. Еханин, С.Г. Исследование роли термопластических явлений в механизме деградации полупроводниковых гетероструктур на основе GaN / С.Г. Еханин, **А.А. Томашевич** // Доклады ТУСУР. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 23–25. – DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-4-23-25.

3. Еханин, С.Г. Сверхслабое свечение и нестабильности микротоков в синих GaN-светодиодах при разных стадиях деградации / С.Г. Еханин, **А.А. Томашевич** // Журнал «Прикладная физика». – 2021. – № 6. – С. 74–80. – DOI: 10.51368/1996-0948-2021-6-74-82.

4. Test and measurement complex for investigation of GaN based high-brightness light-emitting diodes / S. Ekhanin, **A. Tomashevich**, A. Ermolaev, A. Loschilov // International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2016 (Proceedings). – 2016. – P. 7491776. – DOI: 10.1109/SIBCON.2016.7491776.

5. **Tomashevich, A.** Appraisal of role of thermoplastic deformation in degradation process of GaN-based semiconductor heterostructures / A. Tomashevich, S. Ekhanin, I. Yunusov / AIP Conference Proceedings of the XIV International Conference of Students and Young Scientists. – 2017. – P. 060005. – DOI: 10.1063/1.5009876.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: всего 6 отзывов, все положительные.

1) Отзыв из АО «НИИ полупроводниковых приборов», г. Томск, от **Бакина Николая Николаевича**, кандидата технических наук, заместителя генерального директора по гос. оборон. заказу. В отзыве отмечаются следующие замечания: В автореферате не приводится подробное описание установки, а также не указаны производитель, марка и характеристики исследуемых светодиодов. Непонятно, как



связаны величина радиуса теплового шнура и полный ток через активную область, см. стр. 18.

2) Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, от **Хан Валерия Алексеевича**, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории оптической локации. В отзыве имеются замечания: Можно отметить некоторые стилистические неточности и опечатки, встречающиеся в тексте автореферата, и неточности при выполнении рисунков.

3) Отзыв из ООО «Научно-инженерный центр «Лаборатория источников света», г. Саранск, от **Капитонова Сергея Сергеевича**, кандидата технических наук, генерального директора. В отзыве отмечаются следующие замечания: В тексте автореферата на стр. 12 указано, что на рис. 3 выделены области зеленого, красного и желтого цвета, но видны выделения только красного и зеленого. Некоторые рисунки в автореферате оформлены небрежно или с неточностями (рис. 7 – ось абсцисс, рис. 8 – ось ординат).

4) Отзыв из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург, от **Корнева Евгения Андреевича**, кандидата физ.-мат. наук, доцента кафедры промышленной электроники и информационно-измерительной техники. В отзыве отмечаются следующие замечания: В заключении диссертации не приведены в полной мере развернутые предложения о применимости полученных результатов. Очевидно, что методика экспериментальных исследований и расчет локальных перегревов применимы при исследовании других полупроводниковых структур.

5) Отзыв из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова», г. Улан-Удэ, от **Дармаева Мигмара Владимировича**, кандидата технических наук, доцента кафедры общей и теоретической физики. Замечания: Небрежность выполнения некоторых рисунков в автореферате.

6) Отзыв из Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилева, г. Астана, от **Карипбаева Жакыпа Тлеубаевича**, Ph.D. (доктора), доцента кафедры технической физики. В отзыве отмечаются следующие замечания: Для рисунков 1 и 5 не приведено значение длительности экспозиции фотографирования, хотя указано, что получение фотографий проводилось при различных значениях экспозиции. В автореферате указано, что измерения проводились с использованием высокочувствительной прецизионной измерительной техники, однако не приведены характеристики измерительных приборов.

Выбор официальных оппонентов доктора физико-математических наук Полисадовой Е.Ф. и доктора физико-математических наук Брудного В.Н. обоснован их достижениями в соответствующей области исследования. Оппоненты имеют публикации в этой области и способны объективно оценить диссертационную работу. Выбор ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» (МИЭТ) в качестве ведущей организации обоснован тем, что сотрудниками института проводятся фундаментальные и прикладные научные исследования в важнейших областях современной физики и технологий.



**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны** установка и методика измерения, позволяющие наблюдать картины планарного распределения интенсивности и цветовые оттенки свечения кристалла на основе гетероструктуры нитрида галлия с квантовыми ямами в области нано- и микротоков и проводить измерения вольтамперных характеристик;

впервые **предложено** использовать цифровые фотографии слабого туннельно-рекомбинационного свечения для выявления планарного распределения дефектов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изложены** положения, указывающие на связь изменения планарного распределения туннельно-рекомбинационного свечения и начальных участков вольтамперных характеристик в гетероструктуре на основе барьера InGaN/GaN с процессами дефектообразования;

**предложена** модель токового шнура для оценки влияния локальных тепловых процессов на дефектообразование.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана и внедрена** на предприятии АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов», г. Томск, и в учебный процесс кафедры Конструирования узлов и деталей РЭА (КУДР) ТУСУРа при научно-исследовательской работе студентов и подготовке магистрантов методика измерения, позволяющая наблюдать картины планарного распределения интенсивности и цветовые оттенки свечения кристалла на основе гетероструктуры нитрида галлия с квантовыми ямами.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** основные экспериментальные результаты получены с использованием прецизионного измерительного оборудования и аналитических методов исследования, что подтверждается воспроизводимостью и согласованностью полученных данных с современными представлениями о физических процессах дефектообразования в светодиодах на основе гетероструктур InGaN/GaN.

**Личный вклад соискателя состоит** в постановке задач исследования, в планировании и анализе результатов экспериментов, испытаний и расчетов, формулировке выводов и основных положений. Все результаты получены автором лично или совместно с соавторами при его непосредственном участии, и с научным руководителем.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:** В диссертационной работе нет достаточного обоснования утверждения соискателя о связи увеличения сплошной составляющей зеленого цвета с начальной стадией деградиационных явлений.

Соискатель Томашевич А.А. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 27 декабря 2023 г. диссертационный совет принял следующее решение: за решение научной задачи, связанной с уточнением механизмов дефектообразования и разработку установки и методики измерения, позволяющей



