

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.03
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 декабря 2016 г. протокол № 2

О присуждении Шамирзаеву Владимиру Тимуровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Мощные ультрафиолетовые светоизлучающие диоды: характеристики и использование для контроля загрязнения воды» **по специальностям** 01.04.10 – физика полупроводников и 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы принята к защите 10 октября 2016 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 212.173.03 на базе ФГБОУ БО "Новосибирского государственного технического университета Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, д. 20, создан на основании приказа № 766/нк от 05.11.2013 г.

Соискатель Шамирзаев Владимир Тимурович 1991 года рождения, в 2013 году окончил специалитет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по специальности «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика». С 2013 по 2016 года освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет на кафедре Полупроводниковых приборов и микроэлек-

троники».

Диссертация выполнена на кафедре полупроводниковых приборов и микроэлектроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – Гайслер Владимир Анатольевич доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новосибирский государственный технический университет, кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Вайнштейн Илья Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, кафедра физических методов и приборов контроля качества, заведующий кафедрой.

2. Терещенко Олег Евгеньевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория молекулярно-лучевой эпитаксии полупроводниковых соединений АЗВ5, старший научный сотрудник,
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН), г. Иркутск, **в своем положительном заключении**, подписанном Шендриком Романом Юрьевичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории физики монокристаллов ИГХ СО РАН и Гребенщиковой Валентиной Ивановной, доктором геолого-минералогических наук, старшим науч-

ным сотрудником лаборатории геохимии окружающей среды и физико-химического моделирования ИГХ СО РАН указала, что диссертация В.Т. Шамирзаева представляет собой научный труд, в котором содержится решение задачи, имеющее существенное значение для исследования процессов, протекающих в активной зоне светоизлучающих и лазерных ультрафиолетовых диодов, показано практическое применение разработанного прототипа устройства экспрессной люминесцентной диагностики для контроля качества очистки воды методом гетерокоагуляции. Работа является законченным научным исследованием, имеющим общенаучную и практическую ценность, и свидетельствует о высокой научной квалификации её автора. Работы автора диссертации опубликованы в отечественных и зарубежных журналах из списка ВАК, неоднократно докладывались на российских и международных конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа «Мощные ультрафиолетовые светоизлучающие диоды: характеристики и использование для контроля загрязнения воды», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 01.04.10 - «Физика полупроводников» и 05.11.07 - «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» полностью соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24.09.2013, а её автор Шамирзаев Владимир Тимурович несомненно заслуживает присуждения искомой степени».

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, общим объёмом 4.2 печатных листов, из них 4 работы опубликовано в рецензируемых журналах, входящих в перечень изданий, рекомендуемых ВАК РФ и 5 работ, опубликовано в материалах научно-технических конференций, авторский вклад не менее 70%

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Шамирзаев В.Т. Краевая и дефектная люминесценция мощных InGaN/GaN ультрафиолетовых светоизлучающих диодов / В.Т. Шамирзаев, В.А. Гайслер, Т.С.Шамирзаев //Физика и техника полупроводников. – 2016. –Т.50. –

C.1513-1518. [Установлены условия возбуждения электролюминесценции, позволяющие увеличить долю ультрафиолетового излучения до 97%. Показано, что неоднородная генерация протяженных дефектов, пронизывающих активную область не оказывает влияния на относительную интенсивность излучения диода в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.]

2. Шамирзаев В.Т. Отрицательное дифференциальное сопротивление в мощных InGaN/GaN лазерных диодах / В.Т. Шамирзаев, В.А. Гайслер, Т.С. Шамирзаев // Автометрия. – 2016. – Т.52(5). – С.31-36. [Обнаружено отрицательное дифференциальное сопротивление в ультрафиолетовых лазерных InGaN/GaN-диодах. Показано, что переключение между нижней и верхней ветвями S-образной вольт-амперной характеристики приводит к изменению мощности оптического излучения на шесть порядков при увеличении тока от 3 до 15 мА.]

3. Шамирзаев В.Т. Люминесцентный контроль загрязнения воды тяжелыми фракциями нефтепродуктов / В.Т. Шамирзаев, В.А. Гайслер, Т.С. Шамирзаев // Известия РАН. Серия физическая. – 2015. – Т.79(2). – С.186–190. [Для анализа загрязнения воды нефтепродуктами на основе малогабаритных твердотельных излучателя и фотоприемника реализована оптическая установка, не содержащая спектрометра. Показана высокая чувствительность установки к обнаружению тяжелых фракций нефтепродуктов.]

4. Shamirzaev V.T. Treatment and optical analysis of domestic and industrial wastewater / V.T. Shamirzaev, B.D. Zhukov, V.A. Gaisler, T.S. Shamirzaev // Solid State Phenomena. 2016. – V.247. – P.91-95. [Сконструирована и изготовлена электрохимическая ячейка для очистки сточных вод от компонентов моющих средств. Разработан прототип оптического прибора для оценки степени загрязнения воды компонентами моющих средств.]

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все положительные):

1. Коненкова Елена Васильевна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Физико-технический институт им.

А.Ф, Иоффе РАН»

Замечания. В автореферате в одном из научных положений утверждается, что “формирование при локальном перегреве InGaN/AlGaN светодиодных гетероструктур дефектов, пронизывающих активную область структуры не сопровождается образованием центров излучательной рекомбинации в активной области диодов“. Однако, как известно [Н.С. Аверкиев, М.Е. Левинштейн, П.В. Петров, А.Е. Черняков, Е.И. Шабунина, Н.М. Шмидт “Особенности рекомбинационных процессов в светодиодах на основе InGaN/GaN при больших плотностях инжекционного тока – Письма в ЖТФ, 2009, том 35, вып. 19, стр.97] - “канал локальной безызлучательной рекомбинации, связанный с системой протяженных дефектов может препятствовать развитию процесса излучательной рекомбинации, а значит приводить к снижению мощности излучения светодиодов”. Поэтому, при формировании дефектов при нагреве возникает вопрос: а что происходит с безызлучательным каналом?

2. Полисадова Елена Федоровна, кандидат физико-математических наук, и.о. заведующего кафедрой Лазерной и световой техники. ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Замечания. В автореферате не приведены характеристики исследуемых в работе светодиодов фирмы Cree и лазерных диодов фирмы Sanyo, указанные производителем; Не представлена информация о поданных заявках на регистрацию интеллектуальной собственности на патентоспособные разработки автора: методику контроля содержания конкретных компонентов моющих веществ с использованием для возбуждения УФ лазера, модернизированную конструкцию установки для оптического контроля загрязнения воды с повышенной чувствительностью, электрохимическую ячейку для очистки воды.

3. Викулов Виктор Алексеевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН»

Замечания. Приходится отметить допущенную небрежность в оформ-

лении автореферата, проявляющуюся в стилистических и пунктуационных отклонениях от нормы. В частности, на стр. 12 (3-я строка снизу) фрагмент предложения «полоса ФЛ обужается...» уместнее было бы изложить как «уменьшается полуширина на половине высоты полосы ФЛ...». На стр. 4 в П. 1 (Научная новизна работы) используется термин «светодиодный режим». Физически корректнее было бы оперировать токовыми параметрами, коль скоро светодиодный либо лазерный режимы являются следствием величины приложенного к структуре тока. На стр. 9 (2-ой абзац) приведена ссылка на Рис. 26. По-моему речь идет о Рис. 2а. И, наконец, сокращения ЛД, НП и КМС в тексте автореферата не расшифрованы.

4. Галкин Николай Геннадьевич, доктор физико-математических наук, профессор, заместитель директора ФГБУН «Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН»

Замечания. На рисунках 1, 2, 3 и 4 не указано для какого из двух типов диодов относятся все спектры и соответственно неясно, наблюдается ли эффект отрицательного дифференциального сопротивления в обоих светоизлучающих диодах; во второй главе указано, что разработаны методики построения градуировочных графиков для измерения уровня сигнала ФЛ от концентрации примесей в воде, но в четвертой главе такие данные не представлены; не описано за счет чего в 5 раз удалось повысить обнаружительную способность прототипа установки для экспресс-анализа; есть отдельные грамматические опечатки («гетрокоогулятора») на страницах 8, 10, 12, 13 и стилистические ошибки (например, «обужается» вместо «сужается»); не обозначено сокращение КМС (стр. 13).

5. Дресвянский Владимир Петрович, кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории лазерных систем и технологий ФГБУН «Институт лазерной физики СО РАН, Иркутский филиал» и Мартынович Евгений Федорович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий ФГБУН «Институт лазерной физики СО РАН, Иркутский филиал». Замечаний не содержит.

6. Слюсарева Евгения Алексеевна, доктор физико-математических наук, доцент, профессор базовой кафедры фотоники и лазерных технологий ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет". Замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в области изучения оптических свойств материалов и структур, большим опытом работы в области мониторинга загрязнений воды и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Доктор физико-математических наук Вайнштейн И.А., заведующий кафедрой физических методов и приборов контроля качества Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» и доктор физико-математических наук Терещенко О.Е. старший научный сотрудник, лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии полупроводниковых соединений АЗВ5 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук являются компетентными специалистами в области изучения светоизлучающих гетероструктур, а так же в построении люминесцентных приборов и методик имеющими соответствующие публикации в высокорейтинговых журналах (см. http://www.nstu.ru/science/dissertation_sov/dissertations/view?id=15881). Коллективы лаборатории физики монокристаллов и лаборатории геохимии окружающей среды и физико-химического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук так же хорошо известны в научном сообществе своими научными и практическими результатами в области изучения ультрафиолетовой и видимой люминесценции материалов и мониторинговых исследований загрязнений воды (перечень последних публикаций см. на сайте http://www.nstu.ru/files/dissertations/svedeniya__publikacii_-

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан прототип малогабаритной установки, позволяющий проводить анализ концентрации содержания компонентов моющих средств и тяжелых фракций нефти в воде, основанный на измерении интегральной фотолюминесценции;

предложен механизм возникновения отрицательного дифференциального сопротивления в ультрафиолетовых InGaN/GaN лазерных диодах;

доказано, что деградация мощных ультрафиолетовых светоизлучающих диодов при локальном токовом перегреве структур не приводит к увеличению относительной интенсивности излучения в диапазоне 450-700 нм, обусловленного рекомбинацией через дефектные состояния в активной области диодов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изучены механизмы рекомбинации носителей заряда в активной области мощных светоизлучающих и лазерных диодов основе гетероструктур InGaN/AlGaN ультрафиолетового диапазона;

раскрыты особенности электролюминесценции лазерного InGaN/AlGaN диода в светодиодном режиме излучения, обусловленные сверхлинейной инжекцией носителей заряда одного знака в высокоомную область нелегированной квантовой ямы InGaN;

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

разработаны: (1) прототип малогабаритной установки, позволяющий проводить анализ (с возможностью дальнейшей автоматизации) концентрации содержания компонентов моющих средств и тяжелых фракций нефти в воде, основанный на измерении интегральной фотолюминесценции в диапазоне 450-1000 нм. Контроль за относительным содержанием находящихся в воде органических примесей осуществляется посредством измерения абсолютной

величины сигнала интегральной люминесценции в режиме реального времени без предварительной экстракции и обогащения пробы; (2) прототип электрохимической ячейки для очистки воды, основанный на гетерокоагуляции компонентов моющих средств;

определены условия эксплуатации ультрафиолетовых светоизлучающих диодов фирмы Cree (365 нм) и лазерных (405 нм) диодов фирмы Sanyo, позволяющие минимизировать интенсивность излучения через дефектные состояния в области спектра 450–800 нм. Показано, что (1) для мощных светоизлучающих диодов повышение концентрации носителей заряда в активной области за счет использования импульсного возбуждения позволяет увеличить долю УФ компоненты излучения до уровня не ниже, чем 97 %, (2) Для лазерного диода возбуждение постоянным током в режиме лазерной генерации приводит к уменьшению доли «дефектного» видимого излучения до уровня не выше, чем 2×10^{-2} %;

полученные результаты **внедрены** в образовательный процесс в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (учебный процесс на факультете радиотехники и электроники).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены с применением стандартного поверенного измерительного оборудования, характеризуются высокой воспроизводимостью и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по тематике исследования;

идеи базируются на обобщении опыта отечественных и зарубежных исследований в области создания установок для измерения концентрации органических загрязнений в воде;

использованы сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов исследования спектров люминесценции нефтепродуктов, с результатами, представленными

в независимых литературных источниках по данной тематике;

использованы современные методы анализа с применением стандартных методик, уделено большое внимание контролю геометрических размеров, и оценке погрешностей.

Личный вклад соискателя состоит в постановке и проведении экспериментов, обработке результатов экспериментальных исследований, формулировании выводов по результатам исследований, изложения полученных результатов в научных статьях. В работах, опубликованных в соавторстве, автор внес определяющий вклад в создание и характеризацию исследуемых устройств. Автором лично разработан и изготовлен прототип малогабаритной установки, позволяющий проводить экспресс-анализ (с возможностью дальнейшей автоматизации) концентрации содержания компонентов моющих средств и тяжелых фракций нефти в воде.

На заседании 14 декабря 2016 года диссертационный совет принял решение присудить Шамирзаеву В.Т. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **20** человек, из них **8** докторов наук по специальности 01.04.10 и **3** доктора наук по специальности 05.11.07, участвовавших в заседании, из **21** человека, входящего в состав совета и **3** человек, введенных на разовую защиту, проголосовали: за – **20**, против – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

Председатель
диссертационного с



Гридчин Виктор Алексеевич

Ученый секретарь
диссертационного с



Остертак Дмитрий Иванович

14 декабря 2016 г.