

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур
Российской академии наук**

(НТЦ микроэлектроники РАН)

Отчет по основной референтной группе 3 Общая физика

Дата формирования отчета: **24.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

- 1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр**

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

- 2. Информация о структурных подразделениях научной организации**

Лаборатория оптоэлектронных приборов,
Лаборатория спектрофотокориметрии,
Сектор технологии наногетероструктур,
Сектор диагностики наногетероструктур

- 3. Научно-исследовательская инфраструктура**

1. Универсальный вторично-ионный микроанализатор IonMicroanalyzer IMS-4F в расширенной комплектации с комплектом дополнительного специального научного и инженерного оборудования, обеспечивающего его работоспособность

2. Комплексная система для исследования светотехнических и оптических характеристик полупроводниковых наногетероструктур на базе спектрометрической установки OL Series 750

3. Технологический комплекс MBE-FIB-FEB

4. Комплекс молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ) Riber Compact21 TM – Riber32

5. Установка газофазной эпитаксии Aixtron200.



6. Двухкамерная установка плазмохимического травления Plasma 100

7. Комплекс оборудования для литографии

При НТЦ микроэлектроники РАН действует ЦКП «Элементная база радиофотоники и наноэлектроники: технология, диагностика, метрология»

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

Информация не предоставлена

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

НТЦ микроэлектроники РАН активно сотрудничает с промышленными предприятиями (АО «Светлана-Электронприбор», ЗАО «Научное и технологическое оборудование», ОАО «ИНТЕР РАО Светодиодные Системы», ЗАО «Коннектор-Оптик») и университетами (Санкт-Петербургский политехнический университет, ИТМО, СПбГЭТУ «ЛЭТИ») Санкт-Петербурга.

8. Стратегическое развитие научной организации

НТЦ микроэлектроники РАН участник Технологической платформы "Развитие российских светодиодных технологий" и Технологической платформы "Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии - фотоника".

НТЦ микроэлектроники РАН участник КПНИ «Сверхвысокочастотная полупроводниковая электроника» и «Разработка фундаментальных основ базовой технологии получения подложек и эпитаксиальных гетероструктур на основе карбида кремния, алмазов, Ш-нитридов для новых СВЧ полупроводниковых материалов и силовой электроники»

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год



Рабочая группа БРИКС по твердотельному освещению (WG-SSL) в рамках Международного Альянса Твердотельного Освещения (ISA)

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

40. "Элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров. Материалы для микро- и наноэлектроники. Нано- и микросистемная техника. Твердотельная электроника"

1. Разработаны самосогласованная 3D модель и компьютерная программа для расчета температурного, токового и светового распределения в объеме излучающего кристалла; проведены численные расчеты и экспериментальные исследования влияния эффекта локализации тока (current crowding) на распределение температуры и яркостных параметров, определены дискретный и дифференциальный спектры теплового сопротивления приборов, значения тепловой емкости и постоянной времени тепловой релаксации.

A. E. Chernyakov, K. A. Bulashevich, S. Yu. Karpov, and A. L. Zakgeim. Experimental and theoretical study of electrical, thermal, and optical characteristics of InGaN/GaN high-power flip-chip LEDs. *Phys. Status Solidi A*, 1–4 (2013) / DOI 10.1002/pssa.201200658

43. Нанотехнологии, нанобиотехнологии, наносистемы, наноматериалы, нанодиагностика, наноэлектроника и нанофотоника

1. Выявлено участие в дефектообразовании под действием инжекционного тока в мощных InGaN/GaN светодиодах механизмов Лонжини и Голда-Вайсберга. Эти конкурирующие механизмы реализуются в локальных областях с повышенным содержанием индия в твердом растворе InGaN и в проводящих квазиомических шунтах, локализованных в системе протяженных дефектов.

N. Shmidt, A. Greshnov, A. Chernyakov, M. Levinshtein, A. Zakgeim, and E. Shabunina. Mechanisms behind efficiency droop and degradation in InGaN/GaN LEDs. *Phys. Status Solidi C* 10, No. 3, 332–334 (2013) / DOI 10.1002/pssc.201200657



Шмидт Н.М., Шабунина Е.И., Тальнишних Н.А., Черняков А.Е. Закгейм А.Л. Способ отбраковки мощных светодиодов на основе InGaN/GaN. Патент РФ №2541998, опубл. 10.02.2015.

2. Разработаны дизайн и технология получения белых светодиодов с монокристаллической активной областью с и без использования люминофорного покрытия. Изучены технологические подходы к формированию монокристаллической активной области на основе массива квантовых точек InGaN.

F. Tsatsulnikov, W. V. Lundin, A. V. Sakharov, A.E.Nikolaev, E.E.Zavarin, S. O. Usov, M.A.Yagovkina, M.J.Hÿtch, M.Korytov, N. Cherkashin. Formation of Three-Dimensional Islands in the Active Region of InGaN Based Light Emitting Diodes Using a Growth Interruption Approach. A. Science of Advanced Materials Vol. 7, pp. 1629–1635, 2015

Цацульников А.Ф., Лундин В.В., Сахаров А.В., Заварин Е.Е., Усов С.О., Николаев А.Е., Сеницын М.А., Черкашин Н.А., Карпов С.Ю. Исследование влияния дизайна активной области монокристаллических многоцветных светодиодных гетероструктур на спектры и эффективность их излучения. ФТП, 49(11), 1563-1568 (2015)

3. Исследован эпитаксиальный рост гетероструктур на основе нитрида галлия на оригинальных квазиподложках Si/SiC, полученных методом замещения атомов Si на углерод, и показано, что использование таких квазиподложек позволяет контролировать упругие напряжения и уменьшить число дефектов в гетероструктурах.

С.А.Кукушкин, А.В.Осипов, М.М.Рожавская, А.В.Мясоедов, С.И.Трошков, В.В.Лундин, Л.М.Сорокин, А.Ф.Цацульников. Рост и структура слоев GaN, выращенных на SiC, синтезированном на подложке Si методом замещения атомов: модель образования V-дефектов при росте GaN. ФТТ, 2015, 57(9), 1849-1857.

4. Разработан новый подход для синтеза GaN нано- и микропроволок методом металлоорганической эпитаксии через осаждение тонкого слоя титана на поверхность подложки. Достигнута рекордная скорость роста 18 мкм/мин.

M. M. Rozhavskaya, W. V. Lundin, E. Yu. Lundina, V. Yu. Davydov, S. I. Troshkov, A. A. Vasilyev, P. N. Brunkov, A. V. Baklanov, A. F. Tsatsulnikov, V. G. Dubrovskii. Gallium nitride nanowires and microwires with exceptional length grown by metal organic chemical vapor deposition via titanium film. Journal of Applied Physics 117, 024301 (2015).

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год



1. А.Л.Закгейм, Ю.П. Яковлев. Светодиоды: история и перспективы. Сб. «Петербургская-Ленинградская школа электроники», СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 658 с.

2. А. Е. Chernyakov, К. А. Bulashevich, S. Yu. Karpov, and A. L. Zakgeim. Experimental and theoretical study of electrical, thermal, and optical characteristics of InGaN/GaN high-power flip-chip LEDs. *Phys. Status Solidi A*, 1–4 (2013)

3. A.V.Aladov, K.A.Bulashevich, A.E.Chernyakov, S.Yu.Karpov, V.P.Valyukhov, A.L.Zakgeym. Thermal resistance and nonuniform distribution of electroluminescence and temperature in high-power AlGaInN light-emitting diodes *St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics* 1 (2015) 151-158 DOI: 10.1016/j.spjpm.2015.05.001

4. M. M. Rozhavskaya, W. V. Lundin, E. Yu. Lundina, V. Yu. Davydov, S. I. Troshkov, A. A. Vasilyev, P. N. Brunkov, A. V. Baklanov, A. F. Tsatsulnikov, V. G. Dubrovskii. Gallium nitride nanowires and microwires with exceptional length grown by metal organic chemical vapor deposition via titanium film. *Journal of Applied Physics* 117, 024301 (2015).

5. F. Tsatsulnikov, W. V. Lundin, A. V. Sakharov, A.E.Nikolaev, E.E.Zavarin, S. O. Usov, M.A.Yagovkina, M.J.Hytch, M.Korytov, N. Cherkashin. Formation of Three-Dimensional Islands in the Active Region of InGaN Based Light Emitting Diodes Using a Growth Interruption Approach. *A. Science of Advanced Materials* Vol. 7, pp. 1629–1635, 2015

6. Цацульников А.Ф., Лундин В.В., Сахаров А.В., Заварин Е.Е., Усов С.О., Николаев А.Е., Сеницын М.А., Черкашин Н.А., Карпов С.Ю. Исследование влияния дизайна активной области монокристаллических многоцветных светодиодных гетероструктур на спектры и эффективность их излучения. *ФТП*, 49(11), 1563-1568 (2015)

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

Российский фонд фундаментальных исследований

1. Проект 11-02-01139 «Наногетероструктуры магнитных полупроводников для высокотемпературной магнито-электроники: молекулярно-пучковая эпитаксия и исследование спин-зависимых свойств»

Срок выполнения: 2011-2013 г.г.

Объем финансирования проекта – 1 360 000 рублей.

2. Проект 12-08-00219 «Разработка технологии и исследования фотоэлектрических преобразователей на основе материалов с переменной шириной запрещенной зоны»

Срок выполнения: 2012-2014 г.г.

Объем финансирования проекта – 1 020 000 рублей.

3. Проект 14-02-00962 « Исследование влияния геометрии оптического микрорезонатора на физические процессы в полупроводниковых вертикально-излучающих лазерах»

Срок выполнения: 2014-2015 г.г.

Объем финансирования проекта – 1 140 000 рублей.



16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

1. Госконтракт № 12.527.12.5006 от 04.06.2012 г. с Минобрнауки РФ « Разработка технологии изготовления динамически управляемых полихромных светодиодных источников света с высоким индексом цветопередачи на основе полупроводниковых широкозонных наногетероструктур»

Сроки выполнения : 2012-2013 г.г.

Объем финансирования – 86 800 000 рублей

2. Госконтракт № 14.513.11.0021 от 18.03.2013 г. с Минобрнауки РФ « Разработка методов изготовления многослойных покрытий на основе наноразмерных слоев металлов и оксидов (ИТО) для низкоомных прозрачных и отражающих контактов высокоэффективных светодиодов на основе AlGaInN»

Срок выполнения : 2013 г.

Объем финансирования- 5 000 000 рублей.

3. Договор № 13/02 от 10.01.2013 г. с НИЯУ МИФИ в рамках госконтракта с Минобрнауки РФ « Предварительные и приемочные испытания технологического процесса получения гетероэпитаксиальных структур методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений»

Срок выполнения : 2013 г.

Объем финансирования- 3 000 000 рублей.

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»

1. Госконтракт № 14.607.21.0003 от 05.06.2014 г. с Минобрнауки РФ « Исследования конструктивно-технологических принципов обработки подложек полуизолирующего



карбида кремния диаметром до 100 мм и эпитаксиального роста AlGaInN наногетероструктур для мощных СВЧ транзисторов и МИС для высокоскоростных беспроводных сетей четвертого поколения» Сроик выполнения: 2014-2016 г. г.

Объем финансирования - 36 750 000 рублей.

2. Госконтракт № 14.607.21.0010 от 05.06.2014 г. с Минобрнауки РФ № Разработка методов и аппаратуры для исследования и контроля тепловых процессов в мощных полупроводниковых излучающих приборах на основе гетероструктур».

Сроки выполнения : 2014-2016 г. г.

Объем финансирования- 38 500 000 рублей.

3. Договор № 14/15 от 01.10.2014 г. с ФТИ им. А.Ф.Иоффе в рамках госконтракта с Минобрнауки « Разработка конструкции одноэлементного инфракрасного фоточувствительного элемента и изготовление одноэлементных и многоэлементных фотоприемников»

Сроки выполнения : 2014-2016 г. г.

Объем финансирования- 1 000 000 рублей.

Федеральная целевая программа «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2020 годы»

1. Договор № 15/05 от 24.04.2015 г. с ОАО «Композит» « Доработка и проведение испытаний электронной части интегрального фотометра»

Сроки выполнения: 2015-2016 гг.

Объем финансирования- 3 000 000 рублей.

2. Договор № 14/09 от 01.09.2014 г. с АО "Светлана-Электронприбор" Разработка технологии глубокого травления монокристаллических подложек карбида кремния в индуктивно-связанной плазме"

Сроки выполнения: 2014-2015 гг.

Объем финансирования- 2 500 000 рублей.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

НТЦ микроэлектроники РАН оснащен промышленно-ориентированным технологическим оборудованием (эпитаксиальным и пост-ростовым компаний Aixtron, Riber, ЗАО НТО, Oxford Instruments), позволяющим разрабатывать технологии, которые могут быть легко перенесены на существующее производство промышленных компаний.

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

Информация не предоставлена

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ



Экспертная деятельность научных организаций

- 20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами**

Информация не предоставлена

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

- 21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год**

1. НИР «Теоретический анализ, компьютерное моделирование, экспериментальное исследование электрофизических и оптических свойств эпитаксиальных AlInGaN гетероструктур и излучающих кристаллов на их основе». Заказчик ОАО «ЦНИИ Электрон»

2. НИР/ОТР «Исследование технологии создания двухпереходных фотопреобразователей на основе GaInP/GaAs со встроенными массивами InGaAs квантовых точек. (ИЦ Сколково, грант Г-13-56 от 06.03.13 г.) Заказчик ООО «Солар Дотс»

3. НИР/ОТР «Разработка технологии выращивания структур лазерных диодов со сверхширокой выходной апертурой». Заказчик ФТИ им. А.Ф.Иоффе

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

- 22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно**

НТЦ микроэлектроники РАН занимает лидирующее положение в РФ и имеет результаты мирового уровня в области исследований и создания мощных полупроводниковых источников излучения от видимого до ИК диапазона, предназначенных для широкого круга применений, включая общее и специальное освещение, медицину, агротехнику и др. Базовые составляющие имеющегося на сегодняшний день научно-технического задела: программы для моделирования и расчета световых, электрических и тепловых параметров полупроводниковых излучателей, лабораторные технологии эпитаксиального роста нит-



ридных излучающих наноструктур, экспериментальные методики исследования электролюминесцентных и колориметрических характеристик, опыт разработки конструкций высокоомощных полупроводниковых источников света.

НТЦ микроэлектроники РАН разработал уникальную российскую установку газофазной эпитаксии для эпитаксиального роста соединений на основе нитрида галлия. Полученные эпитаксиальные технологии получили апробацию на предприятиях электронной промышленности России.

Разработан, изготовлен совместно с ЗАО «НТО», и запущен в эксплуатацию сверхвысоковакуумный модуль прямой нанолитографии сфокусированным ионным пучком. Данная установка является конкурентоспособной отечественной разработкой, решающей широкий спектр задач прямой субмикронной нанолитографии для прототипирования приборов нанопотоники на основе соединений АЗВ5.

ФИО руководителя Устинов В.М. Подпись _____

