

DOI: 10.18721/JPM.10212

УДК 621

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФИЗИКИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВ И НАНОСТРУКТУР,
ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ОПТО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ**
(по материалам XVIII Всероссийской молодежной конференции)

Т.А. Гаврикова, Д.А. Фирсов, В.А. Зыков

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Приведен аналитический обзор работ, представленных на XVIII Всероссийской молодежной конференции по физике полупроводников и наноструктур, полупроводниковой опто- и наноэлектронике (28 ноября – 2 декабря 2016 г., СПбПУ, Санкт-Петербург). Поименно названы работы, отмеченные Программным комитетом конференции дипломами и денежными премиями. Представлен список докладов, рекомендованных для участия в конкурсе по Программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (УМНИК) в номинации «Научные результаты, обладающие существенной новизной и перспективой их коммерциализации» с последующим их финансированием Фондом содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Ключевые слова: физика полупроводников; наноэлектроника; оптоэлектроника; спинтроника; гетероструктура; наноструктура

Ссылка при цитировании: Гаврикова Т.А., Фирсов Д.А., Зыков В.А. Актуальные направления физики полупроводников и наноструктур, полупроводниковой опто- и наноэлектроники (по материалам XVIII Всероссийской молодежной конференции) // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. Т. 10. № 2. С. 123–132. DOI: 10.18721/JPM.10212

**THE TOPICAL TRENDS IN SEMICONDUCTOR AND NANOSTRUCTURE
PHYSICS, SEMICONDUCTOR OPTO- AND NANOELECTRONICS**
(on the 18th All-Russian Youth Conference)

T.A. Gavrikova, D.A. Firsov, V.A. Zykov

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

The paper has summarized the results of the 18th All-Russian Youth Conference on Semiconductor and Nanostructure Physics, and Semiconductor Opto- and Nanoelectronics that took place in St. Petersburg on November 28 – December 2, 2016. The reports presented in the 6 sections of the conference have been reviewed analytically. The participants whose reports were awarded certificates and money prizes by the Conference Program Committee were mentioned. The list of reports recommended to take part in the “UMNIK” contest is presented in the nomination “Scientific results which have significant novelty and the prospect of commercialization”

and shall be further funded by the Foundation for Assistance to Small Innovative Enterprises in Science and Technology.

Key words: semiconductor physics; nanoelectronics; optoelectronics; spintronics; heterostructure; nanostructure

Citation: T.A. Gavrikova, D.A. Firsov, V.A. Zykov, The topical trends in semiconductor and nanostructure physics, semiconductor opto- and nanoelectronics (on the 18th All-Russian Youth Conference), St. Petersburg Polytechnical State University Journal. Physics and Mathematics. 10(2) (2017) 123–132. DOI: 10.18721/JPM.10212

Введение

В Санкт-Петербурге с 28 ноября по 2 декабря 2016 года прошла XVIII Всероссийская молодежная конференция по физике полупроводников и наноструктур, полупроводниковой опто- и наноэлектронике. Организаторами конференции выступили Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), Санкт-Петербургский национальный исследовательский академический университет (СПбАУ) – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН, Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) и Физико-технический институт (ФТИ) им. А.Ф. Иоффе РАН. Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ грант 16-32-10244 мол_г), Министерства образования и науки Российской Федерации (Программа «5-100») и Акционерного общества «Полупроводниковые приборы».

Программный комитет возглавлял академик РАН, доктор физико-математических наук Р.А. Сурис (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН). Организационный комитет возглавил его председатель – доктор физико-математических наук, профессор Л.Е. Воробьев; зам. председателя – доктор физико-математических наук, профессор Д.А. Фирсов (оба профессора из СПбПУ).

В работе конференции 2016 года приняли участие более 200 человек.

Опубликовано 138 докладов, представленных студентами, аспирантами и молодыми учеными из разных городов Российской Федерации, среди которых Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Владивосток, Екатеринбург, Краснодар, Нальчик, Нижний Новгород, Новосибирск, Пенза, Таганрог, Тверь, Ярославль, а также из Бе-

лоруссии (Минск). На девяти пленарных заседаниях студентами и аспирантами было сделано 50 устных докладов.

Состоялась также стендовая сессия, на которой было представлено 88 докладов по разделам: «Объемные свойства полупроводников», «Процессы роста, поверхность, границы раздела», «Гетероструктуры, сверхрешетки, квантовые ямы», «Квантовые точки, квантовые нити и другие низкоразмерные системы», «Приборы опто- и наноэлектроники», «Новые материалы».

В программу конференции были включены два приглашенных доклада ведущих российских ученых. Выступили И.С. Бурмистров (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, г. Черноголовка Московской области) с докладом «Топология в физике конденсированных сред» и Н.В. Крыжановская (СПбАУ РАН) с докладом «Микролазеры с модами шепчущей галереи».

Сборник тезисов, а также программа конференции изданы тиражом 200 экземпляров.

Аналитический обзор

Секция «Объемные свойства полупроводников». Анализ содержания докладов, представленных на этой секции, позволяет отметить неизменно высокий интерес к проблемам разработки светоизлучающих структур в широком спектральном диапазоне: от ультрафиолетового до дальнего инфракрасного. Предметами экспериментальных и теоретических исследований являются:

спектры фотолюминесценции пленок ZnO;

природа интенсивной широкополосной люминесценции в эпитаксиальных слоях AlGaIn, сильно легированных кремнием;



люминесцентные свойства кристаллов AlN в виде субмикронных гексагональных призм;

поглощение терагерцового излучения свободными электронами в эпитаксиальных слоях GaN в продольных электрических полях.

Продолжено теоретическое изучение объемных плазмон-фонон-поляритонов в эпитаксиальных слоях *n*-GaN с различным уровнем легирования, нацеленное на создание селективных источников излучения среднего и дальнего инфракрасного диапазонов.

Заслуживают внимания результаты исследования глубоких уровней и дислокационной люминесценции в кремнии, актуальные для создания светоизлучающих структур на основе кремния.

Вторым важным направлением развития современной электроники является изучение магнитных свойств полупроводниковых материалов, включающее проблемы спинтроники. Среди представленных по этому направлению работ следует отметить:

исследования особенностей спиновой поляризации носителей заряда в магнитных полупроводниках, включающие экспериментальные исследования зонного и прыжкового механизмов переноса носителей тока в тонких пленках разбавленных твердых растворов Ge:Mn;

исследование спонтанного перемагничивания тонких пленок GaMnSb, вызванного магнитными флуктуациями, и процессов спиновой релаксации в структурах Si:Bi;

экспериментальное исследование эффекта магнитоотражения света в магнито-стрикционных ферромагнитных шпинелях CoFe₂O₄.

Наряду с этим заслуживают внимания результаты работ, посвященных исследованию электрофизических свойств PbTe, легированных CdSe, в связи с проблемой создания термоэлектрических преобразователей с высокой добротностью в области низких и средних температур; отрицательного магнитосопротивления в поликристаллических материалах системы Cu-As-Ge-S; теория ударной ионизации в прямозонных полупроводниках.

Секция «Процессы роста, поверхность, границы раздела». Работы, представленные на этой секции, охватывают широкий круг исследований, посвященных изучению на микроскопическом и атомарном уровнях структуры механических свойств поверхности; методов ее модификации; особенностей формирования границ раздела и их электрических свойств в гетероструктурах; механизмов образования нанокластеров, массивов квантовых точек.

Наряду с уже ставшими традиционными технологическими методами изготовления наноструктур (молекулярно-пучковая эпитаксия, газо- и жидкофазная эпитаксия), в работах представлены новые направления в технологии:

плазмохимическое атомно-слоевое осаждение;

реактивное ионно-плазменное магнетронное распыление;

плазмохимическое осаждение и др.

Среди работ, посвященных изучению поверхности полупроводниковых материалов, заслуживают внимания следующие:

результаты термодинамического анализа условий формирования поверхностей GaAs с регулярными атомно-гладкими террасами, разделенными ступенями моноатомной высоты;

экспериментальные исследования упорядочения островков германия на ступенчатой поверхности Si(100) в процессе самоорганизованного роста квантовых точек в системе Ge-Si;

исследования распределения адатомов на экстраширокой террасе Si(111)-(1×1);

изучение формирования морфологии поверхности при осаждении германия на Si(100) в условиях, близких к динамическому равновесию;

исследования поверхностных деформаций на структурированных подложках кремния, вызванных межузельными кластерами германия;

изучение механических свойств поверхности GaAs с помощью атомно-силового микроскопа;

экспериментальные исследования двумерных структур AuTi на поверхностях Si(100);

разработка методики определения площади фрактальной поверхности.

Значительное число работ посвящено разработке и исследованию методов модификации поверхностей на микро- и наноровнях. Здесь следует отметить:

исследования профилирования по глубине химического состава структур, полученных методом имплантации ионов галлия и азота в кремний и в кремний-совместимые матрицы;

результаты моделирования процессов отжига полупроводников A^3B^5 с целью выявления условий получения массивов металлических капель на поверхности;

результаты травления сфокусированным ионным пучком галлия подложек Si_3N_4/GaN для субмикронной селективной эпитаксии;

изучение параметров процесса наноразмерного профилирования поверхности кремния методом фокусированных ионных пучков.

Традиционно на секции представлены работы, посвященные изучению свойств границ гетероструктур:

экспериментальные исследования методом фотоотражения механических деформаций и плотности зарядовых состояний в структурах $GaAs/Si(100)$;

изучение фотолюминесцентных свойств автоэпитаксиальных слоев $InAs$ и влияния на них сульфидизации подложки;

изучение оптических свойств пленок GaP на подложке $Si(100)$;

сравнительный анализ дельта-легированных слоев в алмазе и арсениде галлия.

Программным комитетом отмечена практическая значимость результатов исследований влияния отжига в восстановительной атмосфере на структуру и свойства графена.

Секция «Гетероструктуры, сверхрешетки, квантовые ямы». Традиционно большое количество докладов было представлено на этой секции. Здесь же представлены и наиболее яркие работы. Это в первую очередь относится к сообщению о результатах экспериментальных исследований когерентной спиновой динамики двумерной электрон-

ной системы вблизи нечетных факторов заполнения в гетероструктурах $GaAs/AlGaAs$ с одиночной квантовой ямой (доклад получил премию Гросса).

Проблемам, связанным со спиновыми явлениями в низкоразмерных полупроводниковых системах, посвящено значительное количество экспериментальных исследований:

спин- и долинозависимого сдвига Гуса – Хенхена в структурах на основе силицена и щелевого графена;

двумерных двухкомпонентных систем с эффектом Рашбы на поверхности $Ge(111)$; это $TlPb/Ge(111)$, $TlBi/Ge(111)$, $TlSn/Ge(111)$;

ядерных спинов и ядерного магнитного резонанса в квантовых ямах $AlAs$ методом электронного парамагнитного резонанса.

Проведен численный расчет спин-орбитального взаимодействия Рашбы и Дрессельхауза в квантовых ямах на основе полупроводниковых соединений A^3B^5 .

По-прежнему большое внимание уделяется получению и исследованию структур на основе полупроводниковых соединений A^3B^5 и A^2B^6 и твердых растворов на их основе. Ряд работ посвящен оптимизации параметров наноструктур для различных приборных приложений.

Среди экспериментальных работ необходимо отметить следующие:

изучение влияния безызлучательной Оже-рекомбинации и фотолюминесцентных свойств в квантовых ямах на основе гетероструктур $InGaAsSb/AlGaAsSb$ с целью улучшения характеристик инжекционных лазеров;

исследование двухчастотной генерации стимулированного излучения на межзонных и примесь-зонных переходах в гетероструктурах с квантовыми ямами $HgCdTe/HgTe$;

исследование усиления генерации второй гармоники краевыми состояниями в монослоях дихалькогенидов переходных металлов;

теоретические и экспериментальные исследования экситонов в низкодобротных микрорезонаторах с квантовыми ямами.

Большое внимание уделяется приборам



и структурам, работающим в терагерцовом диапазоне излучения. В связи с этой проблемой изучены:

оптические свойства наноструктур GaN/AlGaN в терагерцовом диапазоне частот;

поляризационные особенности спектров плазмонных 2D-структур, связанных принципом Бабинне;

межподзонные примесные переходы в квантовой яме GaAs, связанные с переходами примесь – зона;

Оже-рекомбинация в двумерных материалах с квазирелятивистским спектром носителей заряда.

Интересное направление связано с попытками получения прямозонных полупроводников на основе элементов IV группы периодической системы Д.И. Менделеева. Этой проблеме посвящены:

исследования перехода от не прямой к прямой запрещенной зоне в эпитаксиальных слоях $Ge_{1-x}Sn_x$;

получение и исследование оптических свойств многослойных структурах с квантовыми ямами Ge-Si-Sn;

исследование разрывов валентной зоны в напряженных слоях SiGeSn/Si с различным содержанием олова.

Два последних сообщения имеют отношение к созданию приборов кремниевой фотоники.

Следует отметить работы, связанные с графеном:

изучение резонансного туннелирования с участием фотонов и поверхностных плазмонов в Ван-дер-Ваальсовых гетероструктурах на основе графена;

исследование электронной структуры и магнитных свойств низкоразмерной системы графен-железо-никель.

Секция «Квантовые точки, квантовые нити и другие низкоразмерные системы». При анализе тематики работ, представленных на секции, явно просматривается повышенное внимание к структурам с нитевидными нанокристаллами (ННК). Это относится как к технологиям изготовления ННК, так и к изучению их свойств и возможных практических приложений.

Представлены экспериментальные ис-

следования синтеза ННК и нанотрубок GaN, InN и A^3B^5 на кремнии и на модифицированных SiC/Si(111) подложках; синтеза и оптических свойств нанотрубок WS_2 , модифицированных наночастицами серебра; синтеза ННК GaAs методом молекулярно-пучковой эпитаксии с использованием коллоидных частиц серебра. Проанализированы возможности нового (инициированного плазмой) подхода к формированию нанонитей Cu(In,Ga)(S,Se)₂.

С помощью сканирующей туннельной микроскопии и электронной микроскопии исследована структура ННК на различных подложках, выращенных в рамках различных методик;

экспериментально изучены вольтамперные характеристики и стабильность резистивного переключения вертикально ориентированных углеродных нанотрубок;

исследованы оптические свойства пористых кремниевых нанонитей для применения в сенсорике;

проведены эллипсометрические исследования в процессе формирования самоорганизующихся нитеподобных наноструктур на основе монокристаллического кремния;

изучены особенности взаимодействия сверхкоротких лазерных импульсов и полевых транзисторов на основе одиночных углеродных нанотрубок на Si/SiO₂ подложках.

По-прежнему вызывают обостренный интерес структуры с квантовыми точками (КТ). По данному направлению представлено значительное количество экспериментальных и теоретических работ. Среди них можно отметить следующие:

изучение процессов релаксации неравновесных носителей заряда в структурах с КТ GeSi/Si после короткого мощного оптического межзонного возбуждения;

анализ особенностей заполнения состояний ансамбля КТ Ge/Si с неоднородным уширением;

исследование излучательных характеристик источников одиночных фотонов на основе КТ CdTe/ZnTe;

изучение процессов роста КТ InAs при выращивании методом металл-органической газофазовой эпитаксии (МОСГФЭ) в

GaAs- и метаморфной InGaAs-матрицах;
исследование самоорганизации кластеров кремния и германия;

анализ энергетической структуры КТ PbS в стеклянных матрицах.

В дополнение к вышеизложенному, отметим следующие экспериментальными работами:

изучение методом сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии топологических особенностей прозрачных графеновых контактов к светодиодам на основе массива GaN пирамид;

исследование эффекта фотонного эха для экситонов в наноструктурах;

анализ температурных зависимостей спектров антипересечений зеемановского расщепления спиновых центров в SiC;

разработка методов стабилизации процессов окисления в пористом кремнии, основанных на использовании фуллерена C₆₀.

Секция «Приборы опто- и наноэлектроники». В докладах, представленных на секции, отражен широкий спектр прикладных направлений современной опто- и наноэлектроники. Наиболее значимыми представляются разработки и исследования светоизлучающих (в том числе лазерных) структур.

Прежде всего, необходимо отметить работы, относящиеся к полупроводниковым дисковым WGM-лазерам среднего инфракрасного диапазона (2,28 мкм) на основе наногетероструктур GaInAsSb/AlGaAsSb, результаты которых отмечены Программным комитетом (премия Гросса). В этот цикл можно включить:

исследования внутренних оптических потерь и токов утечки в мощных лазерных диодных структурах спектрального диапазона 1,4 – 1,6 мкм;

моделирование параметров гетеролазера с пассивной синхронизацией мод и их влияния на характеристики его выходного излучения;

разработку люминесцентных излучающих приборов на основе массивов коллоидных квантовых точек;

анализ спектральных и угловых характеристик плазмонного нанолазера на основе

композиционных структур органический краситель – нанокристаллы серебра;

изучение волноводной рекомбинации в лазерах с асимметричными барьерными слоями GaAs/Al_{0,2}Ga_{0,8}As методом сканирующей ближнепольной оптической микроскопии;

исследование люминесценции спиновых светодиодов с ферромагнитным инжектором CoPt;

изучение влияния дизайна структуры дихромных светодиодов на основе InGaAlN на особенности фото- и электролюминесценции.

Столь же масштабно на секции представлены доклады по проблемам приемников излучения. Объектами исследования являются:

фотоприемники лазерного излучения на основе гетероструктур InGaAs/GaAs;

туннельные фотодетекторы на основе Ван-дер-Ваальсовых гетероструктур, состоящих из слоев графена, разделенных тонкими пленками диэлектриков;

оптическая утечка и люминесцентная связь как источники добавочного фототока в многопереходных солнечных элементах.

Помимо указанных, на секции представлен широкий спектр прикладных разработок современной электроники. Это создание и тестирование различных приборов и устройств:

отечественных сверхпроводниковых одnofотонных детекторов на основе ультратонких пленок NbN;

наноэлектромеханической системы на основе подвешенного нанопровода;

бистабильного микропривода для микромеханических гироскопов.

Проведено исследование возможности использования разбавленных магнитных полупроводников GaMnSb, GaMnAs в диодах со спиновой инжекцией. Выполнено моделирование терагерцового диода Ганна, реализованного на одиночном нитевидном нанокристалле InN.

Разработан полупроводниковый метаморфный буфер для изготовления СВЧ транзисторов, а также одноэлектронный сенсор водорода на основе структуры Pd-оксид-n-InP.



Специально отмечена работа, посвященная изучению пикосекундного пространственно-неоднородного переключения высоковольтных диодных структур; она актуальна для разработки полупроводниковых приборов импульсной силовой электроники пикосекундного диапазона.

Следует отметить высокое качество и практическую перспективность работ, представленных на секции: две работы поддержаны грантами по результатам конкурса в рамках программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») в номинации «Научные результаты, обладающие существенной новизной и сверхсрочной перспективой их коммерциализации»; шесть работ поддержаны грантами РФФИ, десять – грантами Минобрнауки и др.

Секция «Новые материалы». Работы, представленные на этой секции, посвящены изучению свойств новых нетрадиционных материалов с оригинальным сочетанием свойств и перспективой их использования при разработке устройств электроники. На настоящей конференции представлены следующие результаты исследований:

транспортные свойства и фотоэлектромагнитный эффект в топологических изоляторах на основе соединений $(\text{Bi}_{1-x}\text{In}_x)_2\text{Se}_3$ и $(\text{Bi}_{1-x}\text{In}_x)_2\text{Te}_3$;

атомная и электронная структуры поверхности монокристаллов черного фосфора – слоистого материала с сильной зависимостью ширины запрещенной зоны от числа слоев;

свойства излучателей на основе ионной цепочки в гранатах, актуальные для разработки быстродействующих скантеров в медицинской диагностике и физике высоких энергий;

характеристики полупроводниковых наноструктур политиофена;

колебательные свойства молекулярных ветвящихся структур.

Заключение обзора

Таким образом, проблемы, которым посвящена конференция, охватывают основные области физики полупроводников, полупроводниковой опто- и наноэлектро-

ники. В настоящее время наибольшее внимание уделяется квантоворазмерным структурам, гетеропереходам и приборам на их основе. Повышенный интерес проявляется к проблемам спинтроники. Им же сейчас отдается в мире приоритет в области полупроводниковой электроники. Наибольшие успехи достигнуты в вопросах, связанных с оптоэлектроникой, в частности с разработкой, изучением и использованием лазеров на квантовых ямах и квантовых точках.

Наряду с этим представлены работы, отражающие тенденции развития современной опто- и наноэлектроники. Во-первых, это создание и исследование новых материалов, таких как органические полупроводники, графен и его производные, нанопористые материалы. Во-вторых, это разработка и создание новых приборов. Проблематика проектов, поддержанных РФФИ, по которым представлены доклады на конференцию, соответствует перечню актуальных проблем современной физики полупроводников: 30 докладов представлены по результатам работ, поддержанных 36 грантами РФФИ, 8 работ поддержаны грантами Президента РФ, 3 работы поддержаны грантами Российского научного фонда, 14 работ – грантами Минобрнауки РФ. Ряд участников конференции получили финансовую поддержку за счет других фондов, правительственных и ведомственных программ (6 работ).

Доклады, отмеченные Программным комитетом

Программный комитет отметил дипломами и премиями следующие работы аспирантов и студентов.

Премией им. Е.Ф. Гросса за лучшую работу в области оптики полупроводников награждаются (премия 5000 руб.):

Степанец-Хуссейн Эльдар, студент Московского физико-технического института (руководитель А.В. Ларионов, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории неравновесных процессов Института физики твердого тела РАН), за доклад «Когерентная спиновая динамика двумерной электронной системы вблизи нечетных факторов заполнения»;

Ройз Михаил Александрович, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (руководитель А.Н. Именков, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), за доклад «Полупроводниковые дисковые WGM-лазеры среднего ИК диапазона ($\lambda \sim 2,28$ мкм)».

Дипломами I степени и премией (5000 руб.) награждены:

Иванов Михаил Сергеевич, студент СПбПУ (руководитель Н.И. Подольская, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), за доклад «Пикосекундное пространственно-неоднородное переключение высоковольтных диодных структур»;

Веселов Дмитрий Александрович, аспирант ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (руководитель Н.А. Пихтин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), за доклад «Внутренние оптические потери и токовые утечки в мощных лазерных диодах спектрального диапазона 1400 – 1600 нм».

Дипломами II степени и премиями (4500 руб.) награждены:

Авдиенко Павел Сергеевич, студент Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ) «ЛЭТИ» (руководитель О.С. Комков, кандидат физико-математических наук, доцент СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), за доклад «Определение параметров приповерхностной области арсенида галлия методом спектроскопии фотоотражения»;

Хабаров Кирилл Михайлович, студент Московского физико-технического института (руководитель А.В. Барышев, кандидат физико-математических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва), за доклад «Поляризационные особенности спектров плазмонных 2D структур, связанных принципом Бабинне»;

Полубавкина Юлия Сергеевна, аспирантка СПбАУ РАН (руководитель А.Е. Жуков, доктор физико-математических наук, профессор СПбАУ РАН), за доклад «Исследование волноводной рекомбинации в лазе-

рах с асимметричными барьерными слоями методом СБОМ»;

Рахлин Максим Владимирович, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (руководитель А.А. Торопов, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), за доклад «Излучательные характеристики источников одиночных фотонов на основе квантовых точек CdTe/ZnTe».

Дипломами III степени и премиями (3500 руб.) награждены:

Литвяк Валентина Михайловна, студентка СПбГУ (руководитель Р.В. Чербунин, кандидат физико-математических наук, доцент СПбГУ), за доклад «Энергетическая структура квантовых точек PbS в стеклянных матрицах»;

Орлов Евгений Юрьевич, студент СПбПУ, соавтор Г.А. Мелентьев, ассистент СПбПУ (руководитель В.А. Шалыгин, доктор физико-математических наук, профессор СПбПУ), за доклад «Объемные плазмон-фонон-поляритоны в *n*-GaN»;

Салий Роман Александрович, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург (руководитель С.А. Минтаиров, кандидат физико-математических наук, ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), за доклад «InAs квантовые точки, выращенные методом МОСГФЭ в GaAs и метаморфной InGaAs матрицах»;

Селиванов Анатолий Викторович, аспирант СПбПУ; соавторы И.С. Махов, аспирант СПбПУ и М.Я. Винниченко, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник СПбПУ (руководитель Д.А. Фирсов, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой СПбПУ), за доклад «Фотолюминесценция в квантовых ямах InGaAsSb/AlGaAsSb в условиях безызлучательной рекомбинации».

Поощрительными дипломами награждены:

Акмаев Марк Александрович, студент МГУ им. М.В. Ломоносова;

Бабенко Яна Александровна, студентка СПбГУ;

Варламов Артем Сергеевич, студент СПбГУ;

Гоманько Максим Алексеевич, студент МГУ;

Даньшин Сергей Александрович, студент СПбГУ, соавтор Трифионов А.В., инженер-исследователь СПбГУ;

Лобанова Евгения Юрьевна, студентка СПбПУ; соавтор Михайленко К.Е., аспирант СПбПУ;

Мурашов Виктор Викторович, студент Новосибирского государственного технического университета; соавтор Туктамышев А.Р., аспирант Института физики полупроводников (ИФП) им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск;

Пашнев Даниил Александрович, студент СПбПУ; соавтор Балагула Р.М., младший научный сотрудник СПбПУ;

Ченцов Семен Игоревич, студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Москва;

Шаров Владислав Андреевич, студент СПБАУ РАН;

Артеев Дмитрий Сергеевич, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург;

Афанасьев Александр Николаевич, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург;

Еналдиев Владимир Викторович, младший научный сотрудник Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова, Москва;

Илькив Игорь Владимирович, аспирант СПБАУ РАН;

Казанов Дмитрий Робертович, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН; соавтор Пошакинский А.В., аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург;

Осинных Игорь Васильевич, инженер ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН, г. Новосибирск;

Суровегина Екатерина Александровна, аспирантка Института физики микрострук-

тур (ИФМ) РАН, г. Нижний Новгород;

Фадеев Михаил Александрович, аспирант ИФМ РАН, г. Нижний Новгород;

Три доклада рекомендованы для участия в конкурсе по Программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») в номинации «Научные результаты, обладающие существенной новизной и сверхсрочной перспективой их коммерциализации» с последующим финансированием Фондом содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере. Далее представлен перечень докладов.

Козлова Мария Васильевна, студентка СПбПУ, доклад «Влияние отжига в восстановительной атмосфере на структуру и свойства графена»;

Можаров Алексей Михайлович, аспирант СПБАУ РАН, доклад «Моделирование терагерцового диода Ганна, реализованного на одиночном нитевидном нанокристалле нитрида галлия»;

Ройз Михаил Александрович, аспирант ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, доклад «Полупроводниковые дисковые WGM-лазеры среднего ИК диапазона ($\lambda \sim 2,28$ мкм)».

Благодарности

Организаторы конференции выражают благодарность сотрудникам Научно-образовательного комплекса «СПбФТНОЦ РАН» за создание всех условий для работы конференции.

Очередную Всероссийскую молодежную конференцию по физике полупроводников и наноструктур, полупроводниковой оптики и наноэлектронике предполагается провести в Санкт-Петербурге, в ноябре 2017 года. Сайт конференции: <http://www.semicond.spbstu.ru/conf2017>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГАВРИКОВА Татьяна Андреевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация .

195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
tatgavrik@mail.ru

ФИРСОВ Дмитрий Анатольевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики полупроводников и наноэлектроники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
dmfir@rphf.spbstu.ru

ЗЫКОВ Валерий Андреевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

195251, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29
zykov@rphf.spbstu.ru

Статья поступила в редакцию 31.03.2017, принята к публикации 03.04.2017.

THE AUTHORS

GAVRIKOVA Tatiana A.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russian Federation
tatgavrik@mail.ru

FIRSOV Dmitriy A.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russian Federation
dmfir@rphf.spbstu.ru

ZYKOV Valeriy A.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russian Federation
zykov@rphf.spbstu.ru

Received 31.03.2017, accepted 03.04.2017.