

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики твердого тела Российской академии наук
(ИФТТ РАН)**

Отчет по основной референтной группе 3 Общая физика

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

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

ЛАБОРАТОРИИ

Спектроскопии дефектных структур

Неравновесных электронных процессов

Электронной кинетики

Квантового транспорта

Квантовых кристаллов

Сверхпроводимости

Теоретический отдел

Структурных исследований

Реальной структуры кристаллов

Спектроскопии поверхности полупроводников

Физики высоких давлений

Оптической прочности и диагностики кристаллов

Материаловедения

Армированных систем

Поверхностей раздела в металлах



057065

Кристаллизации из высокотемпературных растворов

Профилированных кристаллов

Управляемого роста кристаллов

Физико-химических основ кристаллизации

Материалов для электрохимических технологий

Сектор нанолитографии

Сектор элементного и структурного анализа

ОТДЕЛЫ

Отдел специальной обработки материалов

3. Научно-исследовательская инфраструктура

Оборудование ЦКП

Масс-спектрометр времяпролетный вторично-ионный TOF.SIMS.5 (ION-TOF)

Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения с системой микроанализа Supra 50VP, система микроанализа INCA Energy (Oxford)

Рентгеновский монокристалльный дифрактометр с двухкоординатным CCD детектором. Oxford diffraction - Gemini

Рентгеновский порошковый дифрактометр с позиционно-чувствительным детектором и

с первичным монохроматором SIEMENS D-500

Тройной рамановский спектрометр для исследования спектров возбуждений различных систем с лазером с кольцевым резонатором Ramanor (Jobin)

Тройной рамановский спектрометр DILOR XY-500

Инфракрасный Фурье-спектрометр VERTEX 80v (Bruker)

Универсальные испытательные машины INSTRON

Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 7 (PerkinElmer)

Установка оптической литографии в технологически чистом помещении ИФТТ РАН MJV-4 Base Station (SUSS)

Просвечивающий электронный микроскоп JEM-100CX-II (JEOL)

Сканирующий атомно-силовой микроскоп Solver P-47

Сканирующий туннельный микроскоп OMICRON VT AFM XA

Установка плазмохимического травления и осаждения PlasmaLab System 100 (Oxford Plasma Technology)

Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр Kratos AXIS Ultra DLD

Установка электрохимических исследований мембранно-электродных блоков ТОТЭ TrueXessory-НТ

Сканирующий электронный микроскоп с фокусированным ионным пучком VERSA 3D HighVac (FEI)

Термический модульный анализатор ТГА и ДТА/ДСК SETSYS EVOLUTION (Setaram)



Вертикальный дилатометр L75V

Дорогостоящее высокотехнологичное и уникальное оборудование

Установка оптической литографии в технологически чистом помещении ИФТТ РАН
MJB-4 Base Station (SUSS)

Установка плазмохимического травления и осаждения PlasmaLab System 100 (Oxford Plasma Technology)

Сканирующий электронный микроскоп с фокусированным ионным пучком VERSA 3D HighVac (FEI)

Уникальные установки:

"Гелиевая система"

"Печь ЭМ-250"

Некоторые результаты:

1. На технологичной вицинальной подложке SiC(001)/Si(001) синтезировано и исследовано с помощью сканирующей туннельной микроскопии и фотоэлектронной спектроскопии однородное покрытие трехслойного графена, состоящее из нанодоменов с одним предпочтительным направлением междоменных границ. Низкотемпературные транспортные измерения демонстрируют, что формирование такой упорядоченной системы нанодоменов приводит к открытию при температурах ниже 100 К транспортной щели, позволяющей достигать больших отношений токов включения/выключения ($\sim 10^4$) в трехслойном АВА-графене. Результаты демонстрируют возможность создания новых наноструктур для приборов нанoeлектроники на базе графена на поверхности кубического карбида кремния.

2. Метод изотопного обмена применён для исследования коэффициента диффузии и константы поверхностного обмена в зависимости от температуры в новых катодных материалах состава Sr_{0.7}Ce_{0.3}MnO_{3-δ}. Показано, что величина коэффициента диффузии кислорода в этом материале на порядок превышает величину коэффициента диффузии кислорода традиционного La_{0.8}Sr_{0.2}MnO₃ катода, что свидетельствует о том, что Sr_{0.7}Ce_{0.3}MnO_{3-δ} является перспективным катодным материалом для среднетемпературных ТОТЭ.

3. Разработаны принципы управления наноструктурой, образующейся при кристаллизации легких аморфных сплавов под действием температуры и деформации. Определены условия, обеспечивающие максимальное количество потенциальных мест зарождения нанокристаллов и формирование наноструктуры с оптимальными размерами нанокристаллов и долей нанокристаллической фазы, приводящие к повышению прочностных свойств. При деформационной и комбинированной термо-механической обработке образование нанокристаллов происходит в области полос сдвига. В аморфно-нанокристаллических образцах Al-Ni-Gd получены значения прочности (1.5 ГПа), близкие к рекордным (1.6 ГПа) для легких сплавов.



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

В ИФТТ РАН были проведены фундаментально-научные исследования свойств новых полупроводниковых материалов и разработана новая технология микроэлектроники, в результате которых был разработан и внедрен новый физический принцип детектирования электромагнитных волн терагерцового диапазона. Этот принцип основан на преобразовании электромагнитного излучения в релятивистские плазменные волны, возникающие в двумерных электронных системах и незатухающие вплоть до комнатных температур. Изученный принцип детектирования терагерцовых волн позволяет изготавливать большие матрицы детекторов для быстродействующих систем радиовидения, работающих в субтерагерцовом диапазоне частот.

Результаты исследований ферромагнитных аморфно-нанокристаллических материалов, проводимых в ИФТТ РАН, перспективны для создания новых материалов с высокими физическими свойствами и важны для разработки нового поколения материалов с оптимальным комплексом физических свойств. Результаты имеют непосредственное отношение к решению прикладных задач в Московской области, в том числе для таких предприятий, как приборный завод «Тензор» (Дубна), «Электронтех» (Черноголовка), Научно-производственная фирма «Гейзер» (Юбилейный), НТО ИРЭ-«Полюс» (Фрязино), Раменский приборостроительный завод, Солнечногорский приборный завод, завод средств автоматки (Мытищи) и другие. Поскольку эти предприятия занимаются разработкой и производством различных приборов и систем электронной техники, полученные результаты могут быть использованы в процессе совершенствования существующего приборного парка и разработки новых приборов с более высокими потенциальными возможностями.

В ИФТТ РАН также разработаны и созданы новые метаматериалы, позволяющие усиливать оптические сигналы в миллионы раз и работающие на эффекте гигантского усиления



рамановского рассеяния света. Использование этих уникальных метаматериалов в сочетании с разработанными в ИФТТ РАН портативными рамановскими спектрометрами позволяют однозначно определять наркотические и взрывчатые вещества, а также яды и токсины, причем в ничтожных концентрациях этих опасных веществ.

Кроме того, в рамках города Черноголовка ИФТТ РАН постоянно сотрудничает с Экспериментальным заводом научного приборостроения РАН, больницей (совместные исследования), обеспечивает значительное количество рабочих мест для жителей Черноголовки, предоставляет жилье молодым сотрудникам в рамках разных жилищных программ, платит налоги в Администрацию города.

8. Стратегическое развитие научной организации

Стратегическая цель ИФТТ РАН состоит в получении нового мирового уровня фундаментальных знаний в области физики конденсированных состояний и физического материаловедения. Он проводит научные исследования в рамках приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. ИФТТ РАН является лидером в указанных областях науки как в части фундаментальных исследований, так и в области разработки новых материалов и устройств. Получаемые в ИФТТ РАН результаты открывают перспективы создания материалов и приборов нового поколения, позволяющих поднять энергоэффективность и снизить импортозависимость государства. ИФТТ РАН ведет также работы, перспективные для оборонного комплекса РФ.

Кроме научных исследований, ИФТТ РАН занимается образовательной деятельностью, в Институте функционируют 6 научно-образовательных центров, проходят обучение студенты. В Институте работают базовые кафедры МФТИ, постоянно проходят стажировку, практику, выполняют дипломные работы студенты МИСиС, МГУ, Астраханского университета и ряда других вузов.

В ИФТТ РАН работает аспирантура, в которой происходит подготовка специалистов по трем специальностям:

- 01.04.07 - физика конденсированного состояния,
- 05.16.01 - металловедение термическая обработка металлов и сплавов,
- 02.00.04 - физическая химия.

Работает диссертационный совет Д 002.100.01 по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния (физико-математические науки)

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

1. DESY, Германия, Гамбург.



Письмо о соглашении между ИФТТ РАН и лабораторией синхротронного излучения HASYLAB при немецком электронном микроскопе DESY, тема «исследование графена и гибридных неорганических материалов» 2012-2017, действующий, роль в консорциуме - участники.

Совместно с сотрудниками синхротронных центров DESY (Гамбург, Германия), Elettra (Триест, Италия), Max-Lab (Лунд, Швеция), SOLEIL (Париж, Франция) методами фото-электронной спектроскопии, микроскопии медленных электронов и микро-дифракции выполнены исследования атомной и электронной структуры систем металл/фталоцианин и графен/SiC(001). Исследования проведены в широком диапазоне температур (30--300 К) с высоким энергетическим и пространственным разрешением. По результатам работ, выполненных в 2013--2015 годах, опубликовано несколько статей в высокорейтинговых научных журналах (Progress in Materials Science, ACS Nano, Nature Communications, Nano Research, Journal of Applied Physics, Organic Electronics и др.).

2. BESSY-II (Берлин, Германия).

В период с 2013 по 2015 год сотрудники ИФТТ РАН принимали участие в совместных исследованиях с коллегами из Российско-Германской лаборатории (RGL) синхротронного центра BESSY-II (Берлин, Германия):

- Исследование электронной структуры междоменных границ в наноструктурированном графене, выращенном на поверхности кубического карбида кремния SiC(001) (совместный проект № 14201646; выполнен на российско-германской линии синхротронного центра BESSY в декабре 2014 года).

- Создание и исследование низкоразмерных супрамолекулярных комплексов с перестраиваемыми оптическими свойствами с помощью рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (совместный проект № 15101935; выполнен на российско-германской линии синхротронного центра BESSY в мае-июне 2015 года).

3. 7-я рамочная программа Европейской комиссии, Грант 911027 «Визуализация орбиталей. Разрешение электронных орбиталей в сканирующей туннельной микроскопии», Ирландия, Тринити Колледж, Физическая школа, 2012-2015, реализован, участники

4. 7-я рамочная программа Европейской комиссии, Грант 284743 «Преобразование спина фотона в угловой момент для применения в квантовых технологиях». Участники консорциума: Германия - Университеты г.Вюрцбурга и г.Дортмунда, Великобритания - Университет г.Бристоль, РФ- ИФТТ РАН, ФТИ им.Иоффе, Нидерланды- Институт фундаментальных исследований в области материаловедения. 2012-2015, реализован, участники

5. МКС

а) Россия, Германия. ОКР «Наземная отработка космических экспериментов <Вампир> и <Фуллерен> на опытном образце НА «МЭП-01». Договор от 01 июля 2014 г. № 1082-14, заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации



объектов наземной космической инфраструктуры» (ФГУП «ЦЭНКИ»). 2014-2015, реализован, исполнитель составной части ОКР.

б) Россия, Германия. ОКР «Разработка предложений в долгосрочную и этапную программы фундаментальных и научно-прикладных исследований и экспериментов на КА «ОКА-Т» по отработке опытно-промышленных технологий получения полупроводниковых материалов в космосе». Договор от 01 января 2013 г. № 1037-13, 2013-2015, реализован, Статус: Исполнитель

в) Россия, США, Университет Колорадо, NASA. Эксперимент «ОАСИС»: «Изучение образования и поведения смектических островов в пленках в условиях космоса». 2015-2017, действующий, участники

6. ОИЯИ, «Нейтронные исследования фаз высокого давления в системах металл-водород» ИФТТ РАН (Черноголовка)- ОИЯИ (Дубна). 2013-2015, реализован, участники.

7. Синхротронный центр Elettra (Триест, Италия)

1. Исследование дисперсии энергетических зон в тонких органических пленках CoPc (проект № 20130541; выполнен в ноябре 2013 года).

2. Разработка новых методов синтеза графена на поверхности кубического карбида кремния (проект № 20135474; выполнен в апреле 2014 года).

3. Исследование электронной структуры междоменных границ в системе нанополос графена на $\text{SiC}(001)$ (проект № 20140271; выполнен в августе 2015 года).

8. Синхротронный центр Max-Lab (Лунд, Швеция)

- Исследования структуры ультратонких покрытий магнитного металла (Fe , Co), осажденных на органические тонкие пленки (CuPc) при низких температурах (проект № 20130258; выполнен в июне 2013 г.).

- Исследование структуры и электронных свойств слоев графена, выращенных на монокристаллических подложках кубического карбида кремния (проект № 20130165; выполнен в).

- Исследование нанополос графена на $\text{SiC}(001)$ (проект № 20140156; выполнен в феврале 2014 г.).

- Изучение модификации электронной структуры тонких пленок MnPc при легировании атомами калия (проект № 20140163; выполнен в феврале 2014 г.)

- Исследование гибридных органико-неорганических систем на базе молекулярных полупроводников F16CuPc (проект № 20140172; выполнен в феврале 2015 г.)

9. Синхротронный центр SOLEIL (Париж, Франция)

Исследования атомной и электронной структуры графена, выращенного на низко- и высокоиндексных поверхностях $\text{SiC}(001)$ (работа выполнена в феврале 2014 г.)

10. Свыше 10 лет ИФТТ РАН успешно сотрудничает с международным Институтом Лауэ-Ланжевена (Россия, Франция). Тема совместных исследований: Изучение строения и свойств нанокластерных примесных гелей и нанопорошков, образующихся при распаде гелей, методами нейтронной и рентгеновской дифрактометрии.



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

1. РФФИ - CNRS №12-03-91059 (PICS- 2-12), Франция, Университет г.Анже, лаборатория молекулярной технологии «Структурные переходы в молекулярных моторах, диэлектриках и мультиферроиках», 2012-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

2. РФФИ - CNR №15-52-78023 Италия, Школа Нормале Супериоре, Институт нанонаук CNR Италии, г.Пиза «Управление коррелированным транспортом и локализацией в низкоразмерных электронных системах со спин-орбитальным взаимодействием».2015-2017. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

3. РФФИ-CNRS №12-02-91055 (PICS), Франция, Institut des Nanosciences de Paris Unite Mixte de Recherche UMR-7588 CNRS-UPMC INSP, г. Париж «Экспериментальные и теоретические исследования наноразмерных сверхпроводников: вихревое состояние, флуктуации, куперовское спаривание» 2012-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

4. РФФИ Российско-Беларуский грант №12-02-90015, Беларусь, Институт технической акустики НАН Беларуси «Исследование особенностей наномасштабного массопереноса при статической и динамической деформации твердых тел» 2012-2013. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

5. РФФИ-Украина №13-02-90448, Украина, НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины «Новые низкоразмерные формы оксидов редкоземельных элементов для высокоэффективной порошковой лазерной генерации» 2013-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

6. РФФИ -Украина №13-08-90459 Украина, Институт проблем материаловедения им.Францевича НАН Украины «Научные основы разработки нового класса высокотемпературных композитов- высокоэнтропийный сплав-оксидное волокно» 2013-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

7. РФФИ-Украина №13-02-90435. Украина, Институт металлофизики НАН Украины «Исследование физических свойств гетероструктур ферромагнетик-сверхпроводник» 2013-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

8. РФФИ-Украина №13-08-90422. Украина, Черкасский государственный университет «Новые критические капиллярные явления в наноматериалах (включая псевдонеполное



смачивание границ зерен в равновесном и эквивалентном состоянии» 2013-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

Международные проекты.

1. ИФТТ РАН - фирма L'Oreal, Франция. Проведение исследований по теме «Синтез компактных материалов и порошков из аморфных частиц диоксида кремния для использования в косметической и /или дерматологической продукции». 2013-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, научный отчет.

2. ИФТТ РАН - фирма Bosch Solar Energy, Германия. Проведение исследований по теме «Монокристаллический кремний и технология выращивания кристаллов» 2011-2013. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, научный отчет.

Программы межкакадемиического сотрудничества по тематическим планам

1. РАН - ПАН: ИФТТ РАН - Институт металлургии и материаловедения Польской академии наук, г.Краков «Фазовые превращения в алюминиевых сплавах под действием интенсивной пластической деформации» 2011-2013. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

Ранее в рамках программы межкакадемиического сотрудничества за цикл исследований по этой тематике сотрудникам указанных институтов присуждена совместная премия РАН и ПАН с вручением серебряных медалей.

2. РАН - ПАН: ИФТТ РАН - Институт металлургии и материаловедения ПАН, г.Краков «Фазовые превращения в сплавах на основе меди, вызванные интенсивной пластической деформацией» 2014-2016. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

3. РАН - ПАН: ИФТТ РАН - Институт физической химии ПАН, г.Варшава «Высокие давления как инструмент для фундаментальных исследований и синтеза новых материалов для промышленного применения» 2011-2013. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

4. РАН - ПАН: ИФТТ РАН - Институт физической химии ПАН, г.Варшава «Новые клатратные материалы для хранения газов» 2014-2016. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

5. РАН - БАН: ИФТТ РАН - Институт электроники Болгарской академии наук, г.София «Изучение условий протекания тока по ВТСП/манганит гетероструктурам и механизмы влияния тока на их резистивность» 2012-2014. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

6. РАН - CNRS Франция, Университет Поля Верлена, г.Метц «Нелинейная динамика дефектов в кристаллах и гетероструктурах: микроскопические механизмы и коллективные явления». 2011-2013. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

7. РАН - CNRS Франция, Национальная лаборатория сильных магнитных полей, г.Тулуза «Исследование фазовой диаграммы сверхпроводников в импульсных магнитных



полях» 2014-2016. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

8. РАН - CNRS Франция, Институт Лауэ-Ланжевена г.Гренобль «Теория спиновых возбуждений в квантово-холловском “мягком ферромагнетике: расчет спектров и времен релаксации» 2014-2016. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

9. РАН -CNR Италия, Школа Нормале Супериоре, Институт нанонаук CNR Италии, г.Пиза «Исследования эффектов одномерного транспорта на краю двумерной системы с сильным спин-орбитальным взаимодействием» 2014-2016. Проведение научных исследований, интерпретация результатов, публикация результатов.

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

Тема № 8.1 Электронные явления и квантовый транспорт в сильно-коррелированных металлических, полупроводниковых и гибридных системах.

- Реализован и измерен первый российский сверхпроводящий кубит, а также сверхпроводящий потоковый кубит с встроенным инвертором сверхпроводящей фазы (пи –контактом). Показано, что использование пи –контакта позволяет достигать рабочего режима кубита без необходимого в обычном случае внешнего магнитного поля.

- Предложен новый механизм создания неравновесных спиновых сигналов и переноса их на мезоскопические расстояния, имеющий место только в сверхпроводящем состоянии при наличии расщепления спиновых подзон внешним магнитным полем.

- Создан интерферометр Маха-Зендера на краевых каналах нового дизайна, позволяющий наблюдать интерференцию в режиме дробного квантового эффекта Холла. Прибор сочетает достоинства интерферометров Маха-Зендера и Фабри –Перо.

Shcherbakova A.V. et al. - Supercond. Sci. Technol. V.28, N2, 2015 pp. 025009-1 - 025009-5.

Kononov A. et al. - Pis'ma v ZhETF, vol. 101, 913 (2015)

Tulina N.A et al. - Materials letters, 2015, v. 158, pp. 403-405.

Melnikov M.Y. et al. - APPLIED PHYSICS LETTERS 106, 092102 (2015)

Tikhonov E.S. et al. - Phys. Rev. B 90, 161405(R)

Тема № 8.2 Межчастичные взаимодействия и коллективные явления в электронных и экситонных системах в полупроводниковых наноструктурах.

- Исследовано формирование Бозе-конденсата экситонных поляритонов в микрорезонаторах с периодическим потенциалом, созданным с помощью поверхностных акустиче-



ских волн при импульсном межзонном фотовозбуждении. Установлено, что конденсат формируется в нескольких потенциальных минимумах, находящихся на расстоянии периода потенциала $R=8$ мкм.

- В системе двумерных электронов, с проводимостью, превышающей скорость света, обнаружена новая релятивистская мода плазменных колебаний, слабозатухающая вплоть до комнатных температур. Найдено, что мода имеет аномально узкую ширину линии резонансного поглощения, значительно меньше, чем ожидаемая из времени импульсной релаксации двумерных электронов. Свойства релятивистской плазменной моды открывают большие перспективы для создания быстрых детекторов и генераторов субтерагерцового излучения, необходимых для развития современных телекоммуникационных устройств.

- Методом неупругого рассеяния света впервые исследованы свойства плазменных и магнитоплазменных возбуждений в свободно подвешенном графене .

Тимофеев В. Б. "Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур" С.-Пб.: Издательство "Лань"(учебник для ВУЗ'ов), 2015. - 507 с.

Kukushkin I.V. "Collective Excitations in Integer and Fractional Quantum Hall Systems", chapter in book by Z.F. Ezawa "Quantum Hall Effects", 3rd edition, World Scientific Publ., Singapore, p. 705-729 (2013)

V.M. Muravev et al. - Phys. Rev. Lett., 114, 106805 (2015)

Gavrilov S.S. et al. - Phys. Rev. B 92, 205312 (2015)

Dorozhkin S.I. et al. - Physical Review Letters т.114, 2015 стр. 176808-1 – 176808-5

Тема № 8.3 Самоорганизация наноструктурированных систем и физика дефектов в полупроводниках и диэлектриках.

- На технологичной вичинальной подложке SiC(001)/Si(001) синтезировано и исследовано с помощью сканирующей туннельной микроскопии и фотоэлектронной спектроскопии однородное покрытие трехслойного графена, состоящее из нанодоменов с одним предпочтительным направлением междоменных границ. Результаты демонстрируют возможность создания новых наноструктур для приборов нанoeлектроники на базе графена на поверхности кубического карбида кремния.

- Экспериментально обнаружено, что движение дислокаций в кремнии при относительно низких температурах (порядка 600оС) приводит к генерации в их плоскостях скольжения большого количества неизвестных ранее вакансионных дефектов. Большая часть этих дефектов исходно электрически неактивна, но они проявляются за счет их реакций с атомами некоторых переходных металлов, существенно увеличивая концентрацию этих атомов в узлах решетки. Показано, что эти дефекты вступают в реакцию с атомами золота, но не реагируют с атомами никеля.

-Предложен новый протокол квантовой криптографии с опорным когерентным состоянием. Доказана его криптостойкость в зависимости от параметров системы. Впервые получена верхняя и нижняя оценка для сложности по тотальному перебору ключей, получаемых в системах квантовой криптографии.



Chaika A.N. «High resolution STM imaging». Chapter in «Surface Science Tools for Nanomaterials Characterization», Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015, Ed. by Ch. Kumar. pp. 561-619. DOI 10.1007/978-3-662-44551-8_15. ISBN - 3662445514, 9783662445518

Kravtsov K.S. et al. - Journal of Optical Society of America, т.32, N 8, 2015, стр.1743-1747

Molotkov S.N. et al. - Laser Physics Letters, т.12. 2015, стр. 065201-065207

Khorosheva, M. A. et al. - Phys. Status Solidi A, 212 (8), 1695-1703, (2015)

Bozhko, S.I. et al. - Physical Review B. – 2014. – V. 90. – I. 21. – P. 214106.

Тема № 8.4 Фазовые превращения, структура (атомная, магнитная, дефектная) и свойства кристаллов, неупорядоченных и композиционных микро- и наносистем при нормальном и высоком давлении.

- Разработаны принципы управления наноструктурой, образующейся при кристаллизации легких аморфных сплавов под действием температуры и деформации. Определены условия, обеспечивающие максимальное количество потенциальных мест зарождения нанокристаллов и формирование наноструктуры с оптимальными размерами нанокристаллов и долей нанокристаллической фазы, приводящие к повышению прочностных свойств. Получены значения прочности (1.5 ГПа), близкие к рекордным (1.6 ГПа) для легких сплавов.

- Методами термобарической закалки и “in situ” рентгеновской дифракции в алмазных наковальнях изучены фазовые превращения в кристалле NaVO₄ при давлениях до 10 ГПа. В области давлений 5.6–6.1 ГПа обнаружен переход в новую \square -фазу высокого давления, сопровождавшийся значительным повышением диффузного рассеяния для некоторых рефлексов из-за частичного разупорядочения кислородной подрешетки.

- Доказано одно из наиболее часто используемых правил геометрической термодинамики – правило стыка трех граничных линий на фазовых диаграммах. Предложена уточненная формулировка правила, делающая его независимым от выбора координатных осей, на которых построена диаграмма, и пригодным для анализа двумерных сечений фазовых диаграмм гетерогенных систем с любым числом компонентов.

Pershina E., et al. - Materials letters, 134, 2014, p. 60-63.

Antonov V.E et al. - J. Alloys Compounds 580 (2013) S109–S113

Drozd V. et al. - Journal of Alloys Compounds v. 619, 2015, p. 78–81

Abrosimova G. et al. - Mater. Letters 139 (2015) 194-196

Kuzmin A.V. et al. - Acta Cryst.A71, s331(2015).

Тема № 9.1 Жаропрочные материалы для новой техники

1. Разработан новый сапфировый коагулятор-аспиратор с одновременной флуоресцентной диагностикой, который проводит одновременную лазерную коагуляцию для гемостаза, аспирацию опухоли, а также производит локальные оптические измерения свойств мозговой ткани для более точного и полного удаления внутримозговой опухолевой ткани.

2. Получены экспериментальные свидетельства и разработана теоретическая модель, которые свидетельствуют, что диамагнитный оксид цинка может приобретать ферромаг-



нитные свойства (даже при комнатной температуре и без легирования), если оксид цинка – поликристаллический, а размер зерен – достаточно мал. Показано, что доля объема, обладающего ферромагнитными свойствами в нанокристаллической пленке оксида цинка, пропорциональна доле объема, занятого границами зерен.

3. Направленной кристаллизацией из расплава получены профилированные оксидные эвтектики $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_3(\text{Er}_3)\text{Al}_5\text{O}_{12}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-GdAlO}_3$ и $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2(\text{Y}_2\text{O}_3)$, которые обладают высоким сопротивлением ползучести, износостойкостью, коррозионной стойкостью, высокой химической инертностью, прочностью и термоокислительной стойкостью при температурах 1400-1600°C. Уникальное сочетание свойств открывает широкие перспективы их использования в качестве элементов газотурбинных двигателей для увеличения эксплуатационных температур, ведущих к существенному повышению эффективности многих конструкций.

Glebovsky V. Some Features of Growing Single Crystals of Refractory Metals from the Melt. In: Crystallization, Ed. Y. Mastai, Rieka: InTech, 2015, p.255-300, ISBN 978-953-51-4159-4

Glebovsky V. Physical and Technological Aspects of Processing High-Purity Refractory Metals. In: Recrystallization in Materials Processing, Ed. V Glebovsky, Rieka: InTech, 2015, p.51-99, ISBN: 978-953-51-2196-1, DOI: 10.5772/59397

Straumal B.B. et al. - Shift of lines in phase diagrams for nanograined materials In: "New frontiers of nanoparticles and nanocomposite materials". Eds. Andreas Öchsner and Ali Shokuhfar. Springer Verlag, Series "Advanced structured materials", Vol. 4. Berlin Heidelberg, 2013. 371 p. pp. 265–286. ISSN 1869-8433 ISBN 978-3-642-14696-1 DOI: 10.1007/8611_2010_29

Rossolenko S.N. et al. - Cryst. Res. Technol. т. 50, №8, 2015, стр. 641-644.

Sauvage X. et al. - Advanced Engineering Materials 17 (2015) 1710–1716

Тема № 9.2 Новые функциональные материалы для микроэлектроники, оптоэлектроники и эффективного преобразования энергии.

- Разработано устройство для получения массивов углеродных нанотрубок (УНТ) на металлических подложках и предложены технологические методики получения слоев УНТ на подложках из нержавеющей стали, электротехнической стали и меди. Полученные структуры применяются в качестве холодных катодов (ХК) работающих при гелиевых температурах в научной аппаратуре и в настоящее время не имеют аналогов.

-Синтезированы микро- и мезопористые углеродные материалы с решеткой инвертированного опала со значениями площадей удельной поверхности, близкими к предельно возможной для углеродных материалов (2500 м²/г), и объема пор до 2 см³/г. Взаимосвязанная система микро - и мезопор в инвертированном опале в сочетании с высокой площадью поверхности повышают как сорбционные, так и электрохимические выходные характеристики материала.

- Разработана технологическая методика получения монокристаллов теллурида галлия (II) гексагональной модификации для применения в нелинейной оптике, а именно, для



изготовления оптических преобразователей частоты инфракрасного и ТГц диапазонов. Впервые получены объемные кристаллы (до 30 см³) гексагонального GaTe.

Классен Н.В et al. - "Nanostructured materials and shapes solids for essential improvement of energetic effectiveness and safety of nuclear reactors and radioactive wastes", in "Current research in nuclear reactor technology in Brazil and worldwide", Chapter 11, ed. A. Mesquita, INTECH, 2013, Croatia, pp. 251 – 278

Kharton V.V. et al. - Reference electrodes for solid-electrolyte devices, In: "Handbook of Reference Electrodes", Eds. G. Inzelt, A. Lewenstam and F. Scholz, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2013, pp. 243-278

Istomin, S.Ya. et al. - Journal of Solid State Electrochemistry. – 2014. – Vol. 18, Iss. 5. – P. 1415–1523.

Emelchenko G.A et al. - Materials Science Forum Vols. 740-742 (2013) 43-47

Kolesnikov N.N., et al. - J. Cryst. Growth, 2013, v. 365, # 1, p. 59-63

Тема № 12.1 Нелинейные процессы в нанокompозитных магнитных пленках, жидкокристаллических материалах, на поверхности и в объеме квантовой жидкости.

- Изучено влияние формы и краев низкоразмерных структурированных магнитных пленок Ni₈₁Fe₁₉ (30нм) на процессы их перемагничивания. Обнаружена обратно пропорциональная зависимость критических полей H_{CR} их зарождения от ширины полос. Полученные результаты важны при разработке элементов спинтроники

- Предложен и реализован метод определения плотности фотонных состояний кирального жидкого кристалла с запрещенной фотонной зоной в диапазоне видимых длин волн. Сопоставление эксперимента с расчётом показало, что групповая скорость света в середине запрещенной зоны для образца конечной толщины превосходит скорость света в вакууме.

- Впервые наблюден новый механизм формирования вихревого движения волнами на поверхности воды. Экспериментально установлено, что генерация вихрей в ячейке не является особенностью Фарадеевских волн.

Abdurakhimov L.V. et al. - Physical Review E, 91 (2), 023021. 2015

Abdurakhimov L. et al. - Low Temperature Physics том 41, выпуск 3, стр. 163-168, 2015

Dolganov P.V. Density of photonic states in cholesteric liquid crystals, Phys. Rev. E 91, 042509 (2015)

Dolganov P.V. et al. - Phys. Rev. E 2013, v. 87, p. 032506-1-032506-4

Skidanov V.A. et al. - IEEE Transactions on Magnetics; Volume: 51 , Issue: 1 , Part: 1, Publication Year: 2015 , Article#: 7000104; DOI: 10.1109/TMAG.2014.2358083

19П. "Фундаментальные проблемы нелинейной динамики в математических и физических науках"; проект "Распространение поверхностных волн"

При распространении квазиодномерных бегущих гравитационных волн малой высоты по поверхности глубокой воды экспериментально было обнаружено, что при развитии четырех-волнового взаимодействия с отраженными волнами слабой интенсивности про-



исходит накопление энергии в гравитационной части спектра при ее перекачке в высоко-частотную часть спектра.

Efimov V.B. et al. - *Advances in High Energy Physics*, vol. 2015, ID 808212

Brazhnikov M.Y. et al. - *Low Temperature Physics*, 41 (6) 615-619, 2015

2П. "Вещество при высоких плотностях энергии"; проект "Получение и исследование материалов при высоком давлении"

С помощью измерений динамической магнитной восприимчивости выявлена сверхпроводимость при температуре ≈ 37 К в образцах металлооксидной смеси Al/Al₂O₃, подвергнутых ударно-волновому сжатию до ≈ 17 ГПа. Обнаружено, что исследованные сверхпроводники являются неустойчивыми при комнатной температуре, в то время как хранение образцов при температуре жидкого азота (77 К) позволяет стабилизировать их сверхпроводящие свойства в метастабильном состоянии.

Пальниченко А.В et al. - *Physica C* т.512, 2015, стр.6-11

24П. "Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов"; проект "Межчастичные взаимодействия в электронных и экситонных системах"

- Установлено, что в процессе пластической деформации в аморфной фазе системы Fe-Si-B происходит образование нанокристаллов твердого раствора кремния в ОЦК железе. Определены гистерезисные магнитные характеристики образцов после нанокристаллизации при деформации. Показано, намагниченность насыщения образцов увеличивается на 40%, коэрцитивная сила увеличивается с 1.7 Э до 2.6 Э.

- Проведена симуляция СТМ-изображений упорядоченной тонкой пленки силицида гадолиния GdSi_{2-x}/Si(111) с учетом реалистичной структуры острия зонда. Анализ экспериментальных данных и результатов теоретических расчетов показывает, что наиболее достоверная информация о структуре поверхности и приповерхностных слоев силицида гадолиния может быть получена при использовании чистого зонда W[110], малых туннельных напряжениях и расстояниях «зонд—поверхность».

Abrosimova G. et al. - *Mater. Letters*, 2013, 97, 15-17

Bozhko S.I et al. - *Nanoscale* 5, т.5, 3380-3386 (2013)

Bozhko S. I et al. - *PHYS. REV. B* 90, 214106 (2014)

37П. "Физика высокого давления"; проект "Экспериментальные и теоретические исследования структуры и свойств фаз высокого давления"

На нейтронном спектрометре IN1-Lagrange в Институте Лауэ-Ланжевена (Гренобль, Франция) изучен образец Cu-H с 2.5 ат.% H, насыщенный водородом при 5 ГПа и 600°C. В полученном спектре неупругого рассеяния нейтронов обнаружен пик при переданной энергии 100 мэВ с широким плечом в сторону высоких энергий, характерный для фундаментальной зоны оптических колебаний в изучавшихся ранее гидридах d металлов частично заполненной d зоной.

Antonov V.E. et al. - *Journal of Alloys and Compounds*, Volume 645, Supplement 1, 2015, Pages S160-S165



20П. "Квантовые мезоскопические и неупорядоченные структуры"; проект "Нанокристаллические и нанокластерные структуры и структуры на основе самоорганизации примесей и дефектов"

- Разработан метод изготовления эмиссионных источников зарядов на основе углеродных нанотрубок, пригодных для исследования механизмов движения инжектированных зарядов в образцах твердого тела при температурах ниже 1К. Источники были приготовлены осаждением нанотрубок из разряда на плоскую медную подложку или втиранием нанотрубок в пористый металл. Изучение вольт-амперных характеристик источников, проведенные в сверхтекучем гелии, показали, что при напряжениях выше 120 Вольт можно наблюдать относительно большой ток отрицательных и положительных зарядов на уровне 10-13А.

Privezentsev V. et al. - Phys. Status Solidi C 10, No. 1, 48–51 (2013)

Brantov S.K et al. - Recent Patents on Materials Science, v.6, No.3, p.253-257 (2013)

Privezentsev V. et al. - Phys. Status Solidi C 12, N. 8, 1170–1174 (2015)

П.4 ОФ "Спиновые явления в твердотельных наноструктурах и спинтроника"; проект "Исследование коллективных спиновых возбуждений в квазидвумерных электронных и экситон-поляритонных системах"

Развит экспериментальный метод, позволяющий изменять и определять спиновую конфигурацию в системе двумерных магнитоэкситонов. Показано, что в системах GaAs/AlGaAs с большой подвижностью электронов время релаксации спинового магнитоэкситона может достигать нескольких сотен микросекунд

Solovyev V.V. et al. - et al. - J. Phys.: Condens. Matter 25, 025801 (2013)

Kulik L.V. et al. - Scientific Reports v.5, 2015, p.10354

ОФН.-П5. "Физика новых материалов и структур"; проект "Структура и свойства новых функциональных материалов"

- Разработана методика выращивания нановискеров Bi_{1-x}Sb_x. Получены нановискеры длиной 2.5μm и диаметром 100-150nm. Данные объекты представляют значительный интерес для спинтроники т.к. при определенном соотношении Bi и Sb гальвано магнитные свойства вискероов обусловлены проводимостью по поверхностным топологическим состояниям.

Sinitsyn V.V et al. - Solid State Sciences, 2015, v. 46, p. 80-83.

Morozov V.A et al. - Chemistry Material 2014, 26, p.3238-3248.

ОФ-П3. "Сильно коррелированные электроны в твердых телах и структурах"; проект "Переходы проводник-диэлектрик и сверхпроводник-диэлектрик в сильно коррелированных системах, склонных к зарядовому упорядочению"

Проведены исследования транспорта между двумя ферромагнитными (предварительно намагниченными пермаллоевыми) контактами, разнесенными на макроскопическое расстояние 200 мкм вдоль края двумерной системы в режиме спинового квантового эффекта Холла, т.е., вдоль края двумерного топологического изолятора. Получено прямое доказа-



тельство сохранения спина при транспорте вдоль края системы в режиме топологического изолятора, что подтверждает геликоидальную структуру возникающего в нулевом магнитном поле краевого состояния.

Shashkin A.A. et al. - Phys. Rev. Lett. 112, 186402 (2014)

Shashkin A.A. et al. - Письма в ЖЭТФ 102, 36 (2015)

1.1.ОФ "Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика и ядерные технологии"; проект "Нейтронные исследования гидридов высокого давления"

Установлено, что структура Fmmm фазы высокого давления MgNi₂D₃ динамически неустойчива. Более устойчивой является более низко симметричная структура Cmca .

Yartys V.A. et al. - Acta Materialia v.82, 2015, p. 316–327

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

МОНОГРАФИИ:

1. Тимофеев, В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур / В.Б. Тимофеев. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2015. – 512 с. – ISBN 978-5-8114-1745-2. Тираж: 700 экз.

2. Тимофеев, В.Б. Возбуждения в двумерных сильно коррелированных электронных и электронно-дырочных системах: курс лекций / В.Б. Тимофеев. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2014. – 168 с. – ISBN 978-5-383-00881-2. Тираж: закрытая информация издательства.

Главы:

3. Mileiko, S.T. Internal Crystallisation Method to Produce Oxide Fibres and Heat Resistant Composites / S.T. Mileiko // Recrystallization in Materials Processing. – INTECH, 2015. – Ch. 4. – P. 125–168. – ISBN 978-953-51-2196-1. Open access

Glebovsky, V. Physical and Technological Aspects of Processing High-Purity Refractory Metals / V. Glebovsky // Recrystallization in Materials Processing. – INTECH, 2015. – Ch. 2. – P. 51–99. – ISBN 978-953-51-2196-1. Open access

4. Glebovsky, V. Some Features of Growing Single Crystals of Refractory Metals from the Melt / V. Glebovsky // Advanced Topics in Crystallization. – INTECH, 2015. – Ch. 11. – P. 255–300. – ISBN 978-953-51-2125-1. Open access

5. Chaika, A.N. Imaging Atomic Orbitals with Scanning Tunneling Microscopy / A.N. Chaika, S.I. Bozhko, I.V. Shvets // Fundamentals of Picoscience. – Taylor & Francis, 2014. – Ch. 18. – P. 319–351. – ISBN 9781466505094.



6. Gorshkova, A.S. Microwave Synthesis and Electronic Structure Studies of Lanthanide Tetraarylporphyrin Complexes / A.S. Gorshkova, S.V. Gorbachev, E.V. Kopylova, V.D. Rumyantseva, R.N. Mozhchil, A.M. Ionov // *Chemical and Biochemical Technology Materials, Processing and Reliability*. – Taylor & Francis, 2014. – Ch. 10. – P. 130–151. – ISBN 9781771880442.

7. Chaika, A.N. High resolution STM imaging / A.N. Chaika // *Surface Science Tools for Nanomaterials Characterization*. – Springer, 2015. – P. 561–619. – ISBN 978-3-662-44551-8.

8. Kharton, V.V. Reference electrodes for solid-electrolyte devices / V.V. Kharton, E.V. Tsipis // *Handbook of Reference Electrodes*. – Springer-Verlag, 2013. – Ch. 9. – P. 243–278. – ISBN 978-3-642-36188-3.

9. Kukushkin, I.V. Collective Excitations in Integer and Fractional Quantum Hall Systems / I.V. Kukushkin, V.A. Volkov // *Quantum Hall Effects*. – World Scientific, 2013. – P. 705–729. – ISBN 978-981-4360-75-3.

10. Straumal, B.B. Shift of lines in phase diagrams for nanograined materials / B.B. Straumal, A.A. Mazilkin, P.B. Straumal, A.M. Gusak, B. Baretzky // *New Frontiers of Nanoparticles and Nanocomposite Materials Advanced Structured Materials*. – Springer Verlag, 2013. – Ch. 4. – P. 265–285. – ISBN 978-3-642-14696-1.

СТАТЬИ

1 Shcherbakova, A.V. Fabrication and measurements of hybrid Nb/Al Josephson junctions and flux qubits with π -shifters / A.V. Shcherbakova, K.G. Fedorov, K.V. Shulga, V.V. Ryazanov, V.V. Bolginov, V.A. Oboznov, S.V. Egorov, V.O. Shkolnikov, M.J. Wolf, D. Beckmann, A.V. Ustinov // *Superconductor Science and Technology*. – 2015. – Vol. 28, Iss. 2. – P. 025009-1. 10.1088/0953-2048/28/2/025009 ИФ 2.717

2. Muravev, V.M. Novel Relativistic Plasma Excitations in a Gated Two-Dimensional Electron System / V.M. Muravev, P.A. Gusikhin, I.V. Andreev, I.V. Kukushkin // *Physical Review Letters*. – 2015. – Vol. 114, Iss. 10. – P. 106805. 10.1103/PhysRevLett.114.106805 ИФ 7,65

3. Gavrilov, S.S. Blowup dynamics of coherently driven polariton condensates: Experiment / S.S. Gavrilov, A.S. Brichtkin, Y.V. Grishina, C. Schneider, S. Hofling, V.D. Kulakovskii // *Physical Review B*. – 2015. – Vol. 92, Iss. 20. – P. 205312. 10.1103/PhysRevB.92.205312 ИФ 3,72

4. Khorosheva, M.A. On the nature of defects produced by motion of dislocations in silicon / M.A. Khorosheva, V.V. Kveder, M. Seibt // *Physica Status Solidi A*. – 2015. – Vol. 212, Iss. 8. – P. 1695–1703. 10.1002/pssa.201532153 ИФ 1,648

5. Pershina, E. Crystallization features in Al90Y10 amorphous alloy under a various external influence / E. Pershina, G. Abrosimova, A. Aronin, D. Matveev, V. Tkatch // *Materials Letters*. – 2014. – Vol. 134. – P. 60–63. 10.1016/j.matlet.2014.07.013 ИФ 2,27

6. Drozd, V. Properties of Ti3AlH6 and Ti3AlD6 systems at high pressure studied by synchrotron X-ray diffraction analysis / V. Drozd, A. Durygin, S. Saxena, V.E. Antonov, M.



Tkacz // Journal of Alloys and Compounds. – 2014. – Vol. 619. – P. 78–81. 10.1016/j.jallcom.2014.09.039 ИФ 2,73

7. Straumal, B.B. Grain boundary films in Al–Zn alloys after high pressure torsion / B.B. Straumal, X. Sauvage, B. Baretzky, A.A. Mazilkin, R.Z. Valiev // Scripta Materialia. – 2014. – Vol. 70. – P. 59–62 10.1016/j.scriptamat.2013.09.019 ИФ 3,22

8. Istomin, S.Ya. Crystal structure and high-temperature electrical conductivity of novel perovskite-related gallium and indium oxides / S.Ya. Istomin, E.V. Antipov, Yu.S. Fedotov, S.I. Bredikhin, N.V. Lyskov, S. Shafeie, G. Svensson, Y. Liu, Z. Shen // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2014. – Vol. 18, Iss. 5. – P. 1415–1523. 10.1007/s10008-013-2190-4 ИФ 2,45

9. Kolesnikov, N.N. Structure and Microstructure of GaTe Crystals Grown by High Pressure Vertical Zone Melting / Kolesnikov, N.N., E.B. Borisenko, D.N. Borisenko, A.V. Timonina // Journal of Crystal Growth. – 2013. – Vol. 365, № 1. – P. 59–63. 10.1016/j.jcrysgro.2012.11.038 ИФ 1,693

10. Abdurakhimov, L.V. Bidirectional energy cascade in surface capillary waves / L.V. Abdurakhimov, M. Arefin, G.V. Kolmakov, A.A. Levchenko, Yu.V. Lvov, I.A. Remizov // Physical Review E. – 2015. – Vol. 91, Iss. 2. – P. 23021. 10.1103/PhysRevE.91.023021 ИФ 2,25

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

Общее количество грантов, выполнявшихся на базе организации в период с 2013 по 2015 год, составляет 269 штук.

Наиболее значимые:

РФФИ 13-02-00095 2013-2015г.г., 395250 тыс.руб. «Критическая область фазовых переходов в двумерных электронных системах»

РФФИ 13-02-00371 2013-2015г.г., 437750 тыс.руб. «Рамановская спектроскопия возбуждений в спин-текстурированных двумерных электронных системах»

РФФИ 13-02-00908 2013-2015г.г., 510 тыс.руб. «Сверхпроводящие структуры с контактами на основе сверхпроводников и ферромагнетиков»

РФФИ 14-02-00011 2014-2016г.г., 514600 тыс.руб. «Спиновая релаксация в целочисленных и дробных Холловских состояниях»

РФФИ 14-02-00949 2014-2016 г.г. 448200 тыс.руб. «Морфология, атомная структура и электронные свойства квази-свободнолежащих графеновых слоев, образованных непрерывной сетью нанодоменов ленточного типа»

РФФИ 14-02-01200 2014-2016 г.г. 448200 тыс.руб. «Фазовые равновесия и закритические аномалии в системах металл-водород и металл-дейтерий»



РФФИ 15-02-02723 2015-2016 г.г. 489700 тыс.руб. «Исследование сильно коррелированных электронных систем на основе органических проводящих и сверхпроводящих кристаллов»

РФФИ 15-03-01127 2015-2016 г.г. 415000 тыс.руб. «Псевдонеполное смачивание границ зерен в магнито жестких материалах на основе системы Nd-Fe-B»

РФФИ 15-03-05115 2015-2016 г.г. 415000 тыс.руб. «Исследование газовой коррозии композитов оксидное волокно - молибденовая матрица»

РФФИ 15-03-04220 2015-2016 г.г. 415000 тыс.руб. «Структурные дефекты как причина ферромагнетизма наноструктурного оксида цинка»

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

1. №1014-13/9325-13-15 от 04 марта 2013 года, ответственный исполнитель Карпов М.И.)

ФЦП «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года».

«Экспериментальные исследования влияния легирования и режимов направленной кристаллизации на структуру и механические свойства высокотемпературного естественно-композиционного материала на основе ниобия, упрочненного интерметаллидами силицидов ниобия»

ФГУП «ВИАМ» Министерство промышленности и торговли РФ 4050,00 тыс.руб. 04.03.13-10 августа 2015

2. 1018-13 от 01.04.13, ответственный исполнитель Курлов В.Н.

«Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2007-2010 годы и на период до 2015 года» «Разработка опытных образцов статорных элементов двигателя из композиционных материалов на основе SiC керамики»



ОАО «НПО «Сатурн» Министерство промышленности и торговли Российской Федерации 2000,00 тыс.руб. 01.04.13-23.08.13

3. Договор 204-MPA от 01 ноября 2013, ответственный исполнитель Кулаковский В.Д. Энерго-эффективные информационные технологии.

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологии» 1050,00 тыс.руб. 01.11.13-31.10.14

4. Договор № 950-11 от 09.11.2011 г., ответственный исполнитель Бредихин С.И.

Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг. «Новые катодные материалы для топливных элементов на твердых оксидах»

Химический факультет МГУ Министерство образования и науки РФ 3850,00 тыс.руб. 09.11.2011-10.11.2013 гг.

5. Договор №1103-15(16-1313-2013)-1301/217-2015 от 29.06.2015, ответственный исполнитель Долганов В.К.

«Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы СЧ ОКР на тему «Подготовка и выпуск программы и основных методических положений по КЭ «ОАСИС» в 2015 г. Проведение подспутникового эксперимента на смектических плёнках в наземных условиях»

ФГУП ЦНИИмаш Федеральное космическое агентство 1800,00 тыс.руб. 01.2015-09.2015

6. Договор № 1082-14 от 01.07.2014, ответственный исполнитель Колесников Н.Н.

«Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы «Наземная отработка космических экспериментов «Вампир» и «Фуллерен» на опытном образце НА «МЭП-01». ФГУП «ЦЭНКИ»

Федеральное космическое агентство 4946,00 тыс.руб. 07.2014-09.2016

7. СОГЛАШЕНИЕ № 14.610.21.0007 О ПРЕДОСТАВЛЕНИИ СУБСИДИИ от 01 декабря 2014 г., ответственный исполнитель Бредихин С.И.

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»,

«Разработка лабораторной масштабируемой технологии изготовления ТОТЭ планарной конструкции и концепции создания на их базе энергетических установок различного назначения и структуры, включая гибридные, с изготовлением и испытаниями маломасштабного экспериментального образца энергоустановки мощностью 500 - 2000 Вт»

Министерство образования и науки РФ 97000,00 тыс.руб. 01.12.14-31.12.16

8. ДОГОВОР № 2015-НТЛ-1.11 от 25 .11.2014 г., ответственный исполнитель Бредихин С.И.

«Разработка лабораторной масштабируемой технологии изготовления ТОТЭ планарной конструкции и концепции создания на их базе энергетических установок различного назначения и структуры, включая гибридные, с изготовлением и испытаниями маломасштабного экспериментального образца энергоустановки мощностью 500 - 2000 Вт»



Некоммерческая организация Фонд поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности «Энергия без границ» (Фонд «Энергия без границ») 54900,00 тыс.руб. 01.01.15-31.12.16

9. №1086-14/ИФТТ Г-458-187-6/14 от 15 декабря 2014, ответственный исполнитель Рязанов В.В.

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

«Изготовление и исследование электрофизических низкотемпературных характеристик тонкопленочных слоев ниобия и пермаллоя» НИТУ «МИСиС»

Министерство образования и науки РФ 1000,00 тыс.руб. 01.12.2014- 25.12.2014.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Гарантией высокого качества создаваемой научно-технической продукции являются имеющиеся в распоряжении коллектива современные высокоточные измерительные приборы и комплексы, а также технологическое оборудование, в том числе:

- Электропечи сопротивления разного типа.
 - Электропечи вакуумные.
 - Сушильные шкафы
 - Установки индукционного нагрева для выращивания крупногабаритных высокотемпературных (> 2000°C) профилированных кристаллов из расплава.
 - Установка резистивного нагрева для высокотемпературного отжига в высоком вакууме.
 - Оборудование для синтеза пористых углеродных матриц.
 - 4 установки для получения изделий из карбидокремниевой керамики силицированием углеродных матриц.
 - Оборудование для механической обработки кристаллов сапфира и карбидокремниевой керамики.
 - Прессы.
 - Прокатные станы
 - Специализированная «чистая» комната
 - Газо-температурные стенды, предназначенных для исследования электрохимических характеристик
 - Планетарные мельницы
 - Ростовые установки
 - Автоклавный корпус
- Некоторые результаты:



Разработаны методики получения вертикальной зонной плавкой под давлением инертного газа монокристаллов $\text{GaS}_{1-x}\text{Sex}$ ($x=0-1$) и GaSe:Me ($\text{Me}=\text{In, Al, Er}$), отмеченные дипломом ВДНХ в номинации «Лучший молодежный проект в области опико-электронных технологий». Материалы предназначены для применения в оптических преобразователях частоты, используемых при конверсии излучения видимого и ближнего ИК диапазонов в излучение дальней ИК и ТГц областей спектра.

Впервые создана методика эксфолиации слоистых халькогенидов галлия, позволяющая изготавливать 2D структуры, имеющие площадь до 1500 мкм². Совместно с University of Manchester и University of Sheffield, на примере пленок GaSe толщиной $\square 40$ нм в микрорезонаторах с распределенными Брэгговскими отражателями из четвертьволновых $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ пар показано значительное (до 60-кратного) Парселловское усиление интенсивности при снижении времени затухания ФЛ с длиной волны 603,7 нм на порядок. Полученные результаты позволяют вплотную приблизиться к разработке новых светоизлучающих приборов видимого диапазона спектра.

Разработана лабораторная технология выращивания монокристаллов 6H(4H)-SiC сублимационным методом диаметром 2 и 3 дюйма и создана автоматизированная промышленная установка SiC-1. Установка позволяет выращивать кристаллы диаметром до 100 мм, высотой до 30 мм.

Разработан новый метод получения многофункциональной карбидокремниевой керамики, который основан на взаимодействии расплава кремния с углеродом, находящимся в заранее скомпонованной заготовке определенного состава и пористости. Метод позволяет в широких пределах изменять фазовый состав (соотношение фаз SiC–C– Si) и структуру керамики в зависимости от требований, предъявляемых условиями эксплуатации конкретного изделия.

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

«Прокат и изделия из сплава молибдена TCM-7C, внедрение на ОАО «Полема» (Тула), бизнес-партнер - ОАО «НИКИЭТ»

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



Сотрудник ИФТТ РАН С.И. Бредихин является членом экспертного совета особой экономической зоны технико-внедренческого типа Московской области, а также представителем ИФТТ РАН в работе технического комитета по стандартизации ТК 441 «Нанотехнологии» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

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. ОКР на тему: «Наземная отработка космических экспериментов «Вампир» и «Фуллерен» на опытном образце НА «МЭП-01». Договор от 01 июля 2014 г. № 1082-14, заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» (ФГУП «ЦЭНКИ»).

2. ОКР «Разработка предложений в долгосрочную и этапную программы фундаментальных и научно-прикладных исследований и экспериментов на КА «ОКА-Т» по отработке опытно-промышленных технологий получения полупроводниковых материалов в космосе». Договор от 01 января 2013 г. № 1037-13

3. ФГУП ВИАМ - договор поставки сапфировых волокон диаметрами 250 и 400 мкм. Волокна используются для разработки новых жаропрочных материалов на основе композитов с металлической или интерметаллидной матрицы, армированной монокристаллическими сапфировыми волокнами.

4. ПАО НПО Сатурн - договор поставки карбидокремниевых наконечников и корпусов измерителей температуры в газовом потоке. Проведены успешные многоцикловые испытания при измерении температуры в сечениях отсека камеры газотурбинных двигателей при отладке системы зажигания, а также определения границ устойчивого горения.

5. Грант Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных учреждениях высшего профессионального образования, научных учреждениях государственных академий наук и государственных научных центрах Российской Федерации (2013 г.). Проведены научно-исследовательские и технологические работы по изучению кинетики электродных процессов в ТОТЭ, созданию новых катодных и анодных материалов, нанесению многофункциональных защитных слоев, испытаниям ТОТЭ различных конфигураций, моделированию, отработке технологий изготовления ТОТЭ, а также по разработке новых функциональных структур для ТОТЭ планарной конструкции.

6. Проект прикладных научно-исследовательских и экспериментальных разработок (ПНИЭР) по лоту шифр 2014-14-582-0008 по теме: «Разработка лабораторной масштабируемой технологии изготовления ТОТЭ планарной конструкции и концепции создания



на их базе энергетических установок различного назначения и структуры, включая гибридные, с изготовлением и испытаниями маломасштабного экспериментального образца энергоустановки мощностью 500-2000 Вт»

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

1. Реализован и измерен первый российский сверхпроводящий кубит, а также сверхпроводящий потоковый кубит с встроенным инвертором сверхпроводящей фазы (пи-контактом). Показано, что использование пи-контакта позволяет достигать рабочего режима кубита без необходимого в обычном случае внешнего магнитного поля. Предполагается, что это обеспечит увеличение времен когерентности кубита и сделает архитектуру многокубитных систем более компактной.

2. Разработаны и доведены до практических применений несколько систем квантовой криптографии, работающих по волоконным линиям связи и через открытое пространство. Данные разработки выполнялись совместно с МГУ. Результаты работ используются при проведении ОКР для целей МинОбороны РФ, ФСБ России. Проведены успешные испытания сетевого варианта волоконной квантовой криптографии на линиях ПАО Ростелеком в Московской области между Ногинском и Павловским Посадом (<http://fpi.gov.ru/press/news/2016100602>; <http://www.phys.msu.ru/rus/news/archive/201610051173>). В испытаниях участвовали эксперты ФСБ России и специалисты по сетевой безопасности ПАО Ростелеком. Работы финансировались Фондом Перспективных Исследований, РНФ (ведется через ИФТТ РАН), и другими структурами.

3. В течение многих лет существуют надежды и предположения о возможности использования терагерцового излучения в досмотровых системах безопасности, однако, серьезных успехов пока достигнуто не было. Крупные компании уже инвестировали миллиарды долларов, чтобы создать источники и детекторы ТГц излучения, но до настоящего времени такого универсального устройства ТГц видения не было создано.

Важность терагерцового излучения заключается в том, что оно проникает сквозь непрозрачные в видимом свете предметы и приборы ТГц видения способны «видеть» сквозь ткани, пластик, древесину, кирпич, песок и другие препятствия. Новая терагерцовая технология, предложенная учеными ИФТТ РАН, основана на создании нового поколения матричных приемников излучения ГГц-ТГц частотного диапазона. Уникальность подхода состоит в использовании нового физического принципа детектирования ТГц излучения



посредством возбуждения релятивистских плазменных волн, распространяющихся почти без затухания в полупроводниковых наноструктурах при комнатной температуре. Поскольку разработанная технология является совместимой с существующими фабричными полупроводниковыми циклами, то обеспечивается высокая пространственная однородность матричного приемника (камеры) и дешевизна производства. Исследования и разработки, проведенные в ИФТТ РАН, привели к созданию принципиально новых систем безопасности, в которых используются терагерцовые волны, прозрачные для большинства материалов. Первые прототипы досмотровых устройств, работающих в субтерагерцовом диапазоне, вызвали большой интерес на рынке современных систем безопасности и противодействия терроризму.

4. В ИФТТ РАН разработана единственная в России технология полного цикла производства слитков тугоплавких металлов (не порошковая технология).

5. В рамках выполнения ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по теме: «Разработка лабораторной масштабируемой технологии изготовления ТОТЭ планарной конструкции и концепции создания на их базе энергетических установок различного назначения и структуры, включая гибридные, с изготовлением и испытаниями маломасштабного экспериментального образца энергоустановки мощностью 500 - 2000 Вт» научным коллективом ИФТТ РАН впервые в РФ разработаны, изготовлены и исследованы:

Экспериментальный образец батареи из ТОТЭ размером 100×100 мм мощностью 500 Вт;

Маломасштабный экспериментальный образец энергоустановки мощностью 500-2000 Вт;

Концептуальный проект создания на базе ТОТЭ энергетических установок, включающий проект ТЗ на опытно-конструкторские и опытно-технологические работы по созданию типоряда энергетических установок мощностью 0,5 – 5 кВт, включающих батареи из ТОТЭ планарной конструкции (далее – ТОТЭ) размером 100x100 мм мощностью 500 Вт.

ФИО руководителя

ДИРЕКТОР ИФТТ РАН
ЧЛ-КОРР. РАН В.В. КВЕДЕР

Подпись

Дата 22.05.2017г

