

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И НАУЧНО-
ОРГАНИЗАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЗА 2013 ГОД**

**Директор ИФТТ РАН
Член-корреспондент РАН**

Кведер В.В.

**Ученый секретарь ИФТТ РАН
к.ф.-м.н.**

Абросимова Г.Е.

Содержание	стр.	№
Характеристика научной деятельности ИФТТ РАН в 2013 году	3	
Важнейшие научные достижения ИФТТ РАН в 2013 году	5	
Научные результаты, полученные в ИФТТ РАН в 2013 году:	9	
Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости	9	1-11
Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы	33	12-23
Современные проблемы радиофизики и акустики, в том числе фундаментальные основы радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных волновых явлений	55	24
Научные и научно-технологические разработки, финансируемые за счет внебюджетных источников	57	1- 98
Основные результаты и разработки, готовые к практическому применению	125	
Характеристика научно-организационной деятельности ИФТТ РАН в 2013 году	126	
Научно-образовательная деятельность	128	
Патентно-инновационная деятельность	131	
Характеристика международных связей ИФТТ РАН	141	
Сотрудники института на 1 декабря 2013 г.	155	
Доходы и расходы на 1 декабря 2013 г.	156	

Характеристика научной деятельности ИФТТ РАН в 2013 году

В течение 2013 года Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук проводил научные исследования по следующим, ранее утвержденным и отраженным в плане работ на 2013 г., основным направлениям (темам):

1. Физика конденсированных сред и физическое материаловедение
2. Электронные, магнитные, электромагнитные, оптические и механические свойства кристаллических и аморфных материалов и нано- и мезо-структур на их основе
3. Спектроскопия твердых тел и твердотельных структур
4. Структура конденсированных сред, физика дефектов, рост кристаллов
5. Транспортные явления в кристаллических и аморфных материалах и структурах
6. Фазовые равновесия, фазовые переходы
7. Низкоразмерные структуры, нано- и мезоскопические структуры и системы, атомные и молекулярные кластеры
8. Новые материалы и структуры
9. Квантовые макросистемы и квантовые методы телекоммуникации
10. Новые экспериментальные методы изучения и диагностики твердых тел и твердотельных нано- и мезо-структур
11. Новые технологии твердотельных материалов и структур

Научно-исследовательские работы ИФТТ РАН финансировались в основном из госбюджета РАН, а также из различных Государственных программ и Фондов.

- Программы Мин.обр.науки – 14 контрактов;
- Программы РАН – 13 программ;
- Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)

- и региональные РФФИ – 68 проектов;
- грант РАН «Подготовка молодых ученых» - 2
 - грант Президента РФ «Поддержка молодых ученых» - 2
 - Программа поддержки "Ведущих научных школ" - 2 проекта;
 - РФФИ – ИР - 1
 - РФФИ – молодые ученые – 5 проекта;
 - РФФИ – Израиль – 1 проект;
 - РФФИ – Беларусь – 1 проект;
 - РФФИ – НАН Украины – 4 проекта;
 - РФФИ – ИЦНИ (PICS) – 2 проекта;
 - РФФИ – Англия – 1 проект;
 - контракты и договоры на выполнение НИР - 24 проекта;
 - международные контракты – 2.

По результатам исследований научными сотрудниками Института в 2013 году на заседаниях Ученого совета было сделано 49 докладов по статьям, направляемым в печать. Всего в 2013 году сотрудники института опубликовали 6 монографий и 230 статей в реферируемых журналах (77 в Российских остальные – в иностранных журналах) и сделали 200 доклада на конференциях (в том числе около 100 - на международных).

Продолжил работу Распределенный центр коллективного пользования (РЦКП), обеспечивающий доступ как сотрудников ИФТТ РАН, так и другие институты РАН, к имеющемуся в ИФТТ уникальному оборудованию для проведения исследований.

В 2013 году дирекция Института провела 30 заседаний, на которых было рассмотрено более 100 вопросов.

**Важнейшие научные результаты, полученные в ИФТТ РАН
в 2013 году**

№№	Наименование направления фундаментальных исследований (по Программе РАН на 08-12 гг)	Результаты
1	2	3
	<p>8. Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости</p>	<p>8-1 Предсказан новый тип безмассовых дираковских фермионов в кристаллических топологических изоляторах, спектр которых имеет 4-х кратное вырождение. Продольное магнитное поле в безспиновом случае сохраняет безмассовый закон дисперсии фермионов, в спинорном случае снимает вырождение и приводит к появлению щели в спектре фермионов. В 3D топологических изоляторах симметрия допускает 4-х кратные дираковские конуса, которые отсутствуют в классификации топологических особенностей в известной работе [R.-J.Slager, A.Mesaros, V.Juriycirc, J.Zaanen, The space group classification of topological band-insulators, Nature Phys., v. 9, 98 (2013)]. Такие особенности не воспроизводятся гамильтонианом, используемым в указанной работе, так как он не содержит в себе дираковских особенностей более, чем с 2-х кратным вырождением, поэтому развитая там топологическая классификация является не полной. Д.ф.-м.н. проф. С.Н.Молотков</p> <p>8-2. Экспериментально исследован транспорт заряда через интерфейс между краем двумерной электронной системы в узкой квантовой яме InGaAs, характеризующейся сильным спин-орбитальным взаимодействием типа Рашбы, и металлом с макроскопическим параметром порядка – сверхпроводником (Nb либо NbN). Обнаружено подавление Андреевского отражения на интерфейсе при сверхнизких температурах (менее 300 мК) и малых напряжениях смещения. Анализ магнетопольевых и температурных зависимостей позволяет однозначно интерпретировать данное подавление как результат спин-орбитального взаимодействия в двумерной системе. Так же, в области параметров, соответствующих необходимым</p>

		<p>для реализации топологической сверхпроводимости, экспериментально обнаружен локальный пик в проводимости интерфейса при нулевых напряжениях смещения. Д.ф.-м.н. А.А.Шашкин</p> <p>8-3. Исследован токовый дробовой шум в макроскопическом изоляторе на основе двумерной системы в арсениде галлия в режиме прыжковой проводимости. При низкой температуре и в достаточно обедненном образце величина шума близка к полному Пуассоновскому значению. Это наблюдение подразумевает размерный эффект в в дробовом шуме при прыжковой проводимости и демонстрирует возможность точных измерений заряд квазичастиц в состоянии изолятора. К.ф.-м.н. В.С.Храпай</p> <p>8-4 Экспериментально обнаружен нелокальный сверхпроводящий ток в субмикронной планарной джозефсоновской структуре, возбуждаемый неравновесной квазичастичной инжекцией в один из берегов джозефсоновского перехода. Предложена теоретическая модель описания взаимодействия неравновесного электрического поля в сверхпроводнике (“зарядового разбаланса”) и эффекта Джозефсона в мезоскопической структуре нормальный металл-сверхпроводник. Обнаруженный эффект предоставляет возможность нелокального контроля джозефсоновскими характеристиками в современных сверхпроводящих устройствах нанометрового масштаба. Д.ф.-м.н. проф. В.В. Рязанов</p> <p>8-5. В рамках теории на основе уравнения Гросса-Питаевского предсказано, что упругое параметрическое рассеяние может приводить к накоплению энергии поляритонного конденсата в условиях резонансной и когерентной оптической накачки. Состояние конденсата эволюционирует в режиме с обострением: медленное нарастание интенсивности, возникающее в точке порога рассеяния, за конечное время сменяется взрывообразным ростом и переходом на верхнюю ветвь устойчивости. Таким образом, открыт новый и существенно нелинейный механизм накопления энергии квантового резонатора с сильной экситон-фотонной связью. Этот механизм проявляется при фотовозбуждении со сравнительно большой</p>
--	--	---

		<p>отстройкой частоты накачки от поляритонного уровня. К.ф.-м.н. С.С.Гаврилов</p> <p>8-6. В температурной зависимости проводимости двумерных дырочных каналов кремниевых полевых транзисторов обнаружен кроссовер от слабой локализации при высоких температурах к антилокализации при низких. Наблюденный эффект удалось количественно описать, учитывая изменение соотношения между временами релаксации фазы электронной волны и спиновой релаксации, происходящее при изменении температуры. Д.ф.-м.н. С.И.Дорожкин</p>
2	<p>9. Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы</p>	<p>9-1 Продемонстрирована возможность синтеза трехслойного графена однородной толщины на тонких пленках кубического карбида кремния SiC(001), выращенных на пластинах Si(001) миллиметрового размера. С помощью сканирующей туннельной микроскопии и электронной спектроскопии показано, что трехслойное графеновое покрытие на SiC(001) состоит из упорядоченной системы доменов, с границами раздела, ориентированными вдоль направлений [110] и [1-10]. Полученные данные показали, что можно синтезировать непрерывное покрытие графена однородной толщины в диапазоне от 1 до 10 моноатомных слоев на поверхностях SiC (001) миллиметрового размера. В ходе исследований этой системы достигнуто <u>латеральное</u> разрешение порядка 0.03нм в СТМ-экспериментах при комнатной температуре. Д.ф.-м.н. Аристов В.Ю., к.ф.-м.н. Чайка А.Н.</p> <p>9-2. Приготовлены совершенные образцы жидкокристаллических фотонных кристаллов. В спектрах фазовой задержки (вращения плоскости поляризации света) обнаружены предсказанные теорией, но ранее не наблюдавшиеся особенности, связанные с маятниковыми колебаниями в спектрах дифракции. Определены ширины фотонных запрещённых зон $\Delta\nu$, их температурная зависимость. Показано, что температурная зависимость относительной ширины фотонной запрещённой зоны $\Delta\nu/\nu_0$ может быть описана с использованием теории Ландау фазовых переходов первого рода. К.ф.-м.н. П.В.Долганов</p> <p>9-3. Разработано устройство для получения массивов углеродных нанотрубок (УНТ) на металлических подложках (патент РФ на</p>

		<p>изобретение № 2471706, 2013) 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. В настоящее время данные ХК не имеют аналогов. К.т.н. Н.Н.Колесников</p> <p>9-4. 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. Д.т.н. проф. Емельченко</p>
3	11. Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов, оптическую информатику, связь, навигацию и медицину	<p>11-1 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. Клинические испытания проводятся в отделении нейрохирургии МОНКИ им. М.Ф.Владимирского. Д.т.н. В.Н.Курлов</p>

Кроме перечисленных выше достижений были получены следующие результаты:

П8. Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости

1. Построена теория экранирования магнитного поля и джозефсоновских вихрей в широких сверхпроводящих контактах с ангармоническим соотношением ток-фаза. Показано, что имеющиеся в сильно ангармонических контактах узкие пики в соотношении ток-фаза индуцируют узкие пики в пространственном распределении сверхпроводящего тока внутри джозефсоновского вихря. Показано, что в неоднородном сверхпроводящем состоянии сверхпроводимость может быть усилена орбитальным эффектом внешнего магнитного поля, хотя до сих пор считалось, что орбитальный эффект магнитного поля может лишь подавлять сверхпроводимость.

(к.ф.-м.н. Ю.С. Бараш, (к.ф.-м.н. И.В. Бобкова, (к.ф.-м.н. А.М. Бобков)

Изучено влияние параллельной компоненты поля на спектры магнитоплазменных возбуждений. Решена задача о влиянии внешнего плавного случайного потенциала (ПСП) и спин-орбитального взаимодействия на спиновую релаксацию возбуждений в двумерном канале сильно коррелированной квантово-холловской системы. Вычислено влияние величины пространственных флуктуаций на время релаксации спиновой намагниченности.

(к.ф.-м.н. В.Е. Бисти, к.ф.-м.н. С.М. Дикман)

В рамках дискретной модели фазовых переходов Гинзбурга-Ландау с двухкомпонентным параметром порядка проведен анализ влияния различных межслоевых взаимодействий на топологию фазовых диаграмм жидких кристаллов. (к.ф.-м.н. В.М. Жилин)

Проведены исследования динамики спинового льда. На основе предложенной модели магнитных монополей вычислены динамические

магнитные восприимчивости и динамические корреляционные функции при конечных температурах.

(к.ф.-м.н. И.А. Рыжкин)

Исследована природа релаксационных явлений на заряженной границе жидкость-пар жидкого гелия. Отмечена связь этих явлений к низкочастотной дисперсии диэлектрической постоянной любых жидких электролитов.

(д.ф.-м.н. В.Б. Шикин, к.ф.-м.н. С.С. Назин)

Решена задача об отражении электромагнитной волны от двумерной полупроводниковой структуры с нарушенной зеркальной симметрией. Получены формулы для амплитуд отражения и прохождения справедливые при произвольном угле падения.

(к.ф.-м.н. В.М. Эдельштейн)

РАН

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. В.Б. Шикин

2. Исследован оптический отклик системы квазидвумерных экситонных в напряженных планарных GaAlAs/AlAs микрорезонаторах с GaAs квантовыми ямами в активной области, помещенных во внешнее магнитное поле при импульсном резонансном фотовозбуждении на несколько десятых мэВ выше энергии основного состояния нижней поляритонной ветви. Показано, что в условиях, когда зеемановское расщепление поляритонов в магнитном поле превышает величину расщепления поляритонных уровней вследствие понижения симметрии резонатора, обусловленного латеральными напряжениями, поляритонная система демонстрирует мультистабильное поведение с 4 стабильными состояниями, характеризующимися как разной плотностью, так и разной поляризацией.

Продемонстрированы сверхбыстрые переходы между состояниями с противоположной циркулярной поляризацией в двухкомпонентном экситон-поляритонном бозе-конденсате, происходящие на временах

порядка 20 пс, сравнимых с временем жизни частиц в конденсате. Показано, что такие переходы возможны благодаря спиновой анизотропии парных поляритон-поляритонных взаимодействий. Они происходят в системе при достижении критической плотности вследствие конкуренции между величинами зеемановского расщепления и амплитудно-зависимого фиолетового сдвига собственных поляритонных энергий. Показано, что переключение между двумя состояниями конденсата с противоположными циркулярными поляризациями можно осуществлять путем вариации только интенсивности накачки, что невозможно в вырожденных по спину экситон-поляритонных системах, микрорезонаторах со слабой экситон-фотонной связью и других ранее известных фотонных системах.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы»

Руководитель – чл.-корр. РАН В.Д.Кулаковский

Исследованы поляризационные свойства экситон-поляритонного конденсата в высокодобротных ($Q=10000$) одноосно сжатых GaAs/AlAs микрорезонаторах с GaAs квантовыми ямами в активной области при импульсном фотовозбуждении. Найдено, что при резонансном фотовозбуждении поляритонной системы в напряженных микрорезонаторах светом с линейной поляризацией, совпадающей с поляризацией верхнего поляритонного уровня, фотовозбужденная поляритонная система сохраняет линейную поляризацию возбуждающего света в течение всего импульса возбуждения только при плотности возбуждения P ниже некоторого порогового значения P_{thr} . При $P > P_{thr}$ в поляритонной системе наблюдается переход в состояние с поляризацией, близкой к циркулярной. Причиной изменения поляризации является уменьшение расщепления линейно-поляризованных поляритонных состояний с ростом плотности поляритонов на верхнем уровне из-за спиновой анизотропии поляритон-поляритонного взаимодействия.

Найдено, что циркулярно поляризованное состояние фотовозбуждаемого конденсата поляритонов сохраняется во время спада импульса вплоть до некоторой критической величины P_{cr} , ниже которой поляризация поляритонной системы приобретает осцилляционный характер с частотой осцилляции степени циркулярной поляризации, совпадающей с величиной расщепления линейно поляризованных состояний поляритонов в микрорезонаторе. Осцилляции наблюдаются в течение всего времени жизни поляритонного конденсата. Они обусловлены когерентным туннелированием между различными спиновыми компонентами конденсата и являются аналогом внутреннего эффекта Джозефсона.

РАН, Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 «Фундаментальные Основы технологий наноструктур и наноматериалов»
Руководитель – чл.-корр. РАН Кулаковский В.Д..

Для исследования динамики статистики света, излучаемого поляритонным конденсатом в условиях импульсного фотовозбуждения была собрана установка, позволяющая проводить измерения корреляционной функции излучения конденсата второго порядка, $g^{(2)}$, с высоким временным (5 пс) и угловым $\Delta\phi = 3^\circ$ разрешениями.

Выполнены измерения динамики корреляционной функции второго порядка $g^{(2)}(\Delta x, t=0)$ для излучения конденсата, возбуждаемого 60-пс импульсами выше ширины запрещенной зоны GaAs в микрорезонаторах с разными величинами детюнинга экситонной и фотонной мод при плотностях возбуждения выше пороговой для образования поляритонного конденсата, P_{thr} . Найдено, что в исследованной области плотностей от P_{thr} до $4P_{thr}$ величина $g^{(2)}(0)$ для излучения поляритонного конденсата уменьшается с ростом его плотности при увеличении P , однако всегда остается несколько выше 1. Отличие $g^{(2)}(0)$ от 1 при больших плотностях конденсата растет с увеличением экситонной компоненты в поляритоне, что свидетельствует о связи разности $g^{(2)}(0) - 1$ с наличием межчастичного поляритон-поляритонного взаимодействия.

Найдено, что при одной и той же плотности поляритонного конденсата в микрорезонаторах с нулевым детюннингом величина $g^{(2)}(0)$ в области нарастания плотности конденсата больше, чем в области ее уменьшения (после окончания импульса возбуждения), что свидетельствует о влиянии взаимодействия поляритонов в конденсате с фотовозбужденным экситонным резервуаром.

В измерениях зависимости $g^{(2)}$ от Δx найдено, что корреляции второго порядка в поляритонном конденсате в микрорезонаторах с нулевым детюннингом стремятся к нулю уже на расстояниях порядка 4-5 микрон, что почти в два раза меньше длины когерентности конденсата, найденной из измерений корреляционной функции первого порядка. Исследования причин данного явления будут продолжены.

РАН, Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 «Фундаментальные Основы технологий наноструктур и наноматериалов»
к.ф.-м.н. А.В.Ларионов

Реализован новый тип потенциальной (“магнитоэлектрическая”) ловушки для диполярных экситонов в GaAs/AlGaAs гетероструктурах с широкой квантовой ямой (25 нм). Она образуется в центре отверстия в затворе Шоттки на поверхности гетероструктуры в перпендикулярном гетерослоям магнитном поле при электрическом смещении, приложенном к затвору извне. Эффект накопления диполярных экситонов в такой ловушке подтвержден наблюдением в полях выше 0,75 Тл монотонного уменьшения поперечного размера области экситонной люминесценции в центре отверстия с ростом магнитного поля, сопровождающегося возрастанием интенсивности люминесценции экситонов из этой области более чем на порядок в поле 6 Тл.

В реализованных магнитоэлектрических ловушках в условиях межзонного фотовозбуждения была достигнута плотность экситонов, превышающая 10^{11} см⁻², при которой происходит Бозе-Эйнштейновская конденсация экситонов. В конденсате экситонов была наблюдаена компенсация зеемановского расщепления в полях, меньших некоторого

критического значения поля $V=V_c$. Найдено, что величина V_c монотонно возрастает с увеличением экситонной плотности и достигает при максимально достигнутой плотности конденсата экситонов 2Тл. Обнаруженный эффект компенсации спинового (парамагнитного) расщепления основного состояния экситонов на тяжелых дырках обусловлен спиновой анизотропией отталкивательного экситон-экситонного взаимодействия в вырожденном экситонном бозе-газе.

РАН, Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 «Фундаментальные Основы технологий наноструктур и наноматериалов»
Руководитель – академик В.Б. Тимофеев.

Теоретически исследованы процессы неравновесных переходов в мультистабильных экситон-поляритонных системах под действием нескольких различных источников резонансной оптической накачки с отличающимися частотами, длительностями, мощностями и пространственным распределением и рассмотрена возможность переключения нелинейно-оптического отклика мультистабильного резонатора на основе схемы накачка-зондирование. На примере GaAs-резонаторов рассмотрен случай накачки с небольшой положительной отстройкой от резонанса выше точки перегиба поляритонной дисперсии. Найдено, что в том случае, когда одна волна накачки является плоской (с пространственным масштабом пятна возбуждения не меньше нескольких десятков микрометров и длительностью свыше 100 пикосекунд), а второй источник является импульсным и действует на масштабе 1-5 микрометров и 2-10 пикосекунд, в поляритонной системе возможно появление световых солитонов, распространяющихся с постоянной скоростью порядка нескольких мкм/пс. Необходимым условием для реализации такого динамического режима является наличие бистабильной области в зависимости амплитуды фотовозбуждаемой моды от мощности одномодовой накачки, что возможно только при положительной частотной отстройке от резонанса, при этом мощность фактически приложенной накачки должна быть фиксирована в бистабильной области.

Иная возможность возбуждения световых солитонов открывается тогда, когда оба оптических источника (широкий и микронного размера) являются постоянными во времени, но имеют отличающиеся частоты, разность которых сопоставима с шириной резонанса. В этом случае генерируется бесконечная последовательность световых солитонов, распространяющихся с одинаковой скоростью один за другим, при этом расстояние между ними обратно пропорционально разности частот оптических источников. Полученный результат является новым и допускает возможность прямой экспериментальной проверки.

РАН

Руководитель – чл.-корр. РАН В.Д. Кулаковский

Исследовано магнитное упорядочение и гашение межзонной фотолюминесценции из квантовой ямы ZnSSe:Cr в гетероструктурах ZnSe/ZnMgSSe/ZnSSe:Cr/ZnMgSSe с квантовыми ямами из ZnSSe:Cr. Найдено, что добавление Cr в ZnSSe в квантовой яме ведет к монотонному увеличению скорости безызлучательной рекомбинации. При концентрациях Cr до 10^{18} см^{-3} доминирует механизм прямого захвата экситонов на атомы хрома.

На основании исследования магнитного состояния методом электронного спинового резонанса получено подтверждение гипотезы о сосуществовании в ZnSSe:Cr квантовой яме диспергированных атомов хрома и кластеров Cr₇Se₈.

Обнаруженное в тонком слое квантовой ямы ZnSSe:Cr гетероструктур ZnSe/ZnMgSSe/ZnSSe:Cr/ZnMgSSe ферромагнитное упорядочение возникает в кластерах сплавов хрома. Часть этих кластеров («низкотемпературные») имеет температуру блокирования 170 К в сильно легированных образцах Cr с $n \sim 10^{20} \text{ см}^{-3}$. Другая часть («высокотемпературные» кластеры) остается ферромагнитной и при комнатной температуре

(к.ф.-м.н. С.В. Зайцев)

Исследованы начальные стадии формирования внутренних электрических полей в полупроводниковых гетероструктурах 2-го типа ZnSe/BeTe при высоких уровнях фотовозбуждения импульсным фемтосекундным лазером. В условиях сильного оптического возбуждения пространственное разделение электронов и дырок на гетерогранице приводит в гетероструктурах с широкими слоями ZnSe ($L_{\text{ZnSe}} \approx 20$ нм) к сильному изгибу зон вблизи гетерограницы и формированию барьера для релаксации дырок, фотовозбужденных в слое ZnSe, в слой BeTe. Изгиб зон в ZnSe приводит также к уменьшению перекрытия волновых функций электрона и дырки в этом слое и росту их время рекомбинации. При импульсном фотовозбуждении заполнение потенциальных ям в BeTe на гетерогранице ZnSe/BeTe и межбарьерного слоя в ZnSe оказывают противоположный эффект на высоту барьера для дырок в слое ZnSe. В результате кинетика релаксации дырок оказывается не моноэкспоненциальной: увеличение изгиба зон в ZnSe по мере уменьшения концентрации дырок в межбарьерном слое в ZnSe приводит к уменьшению перекрытия волновых функций электрона и увеличению их времени жизни в ZnSe более, чем на порядок величины, до нескольких сотен пс. (д.ф.-м.н. Тартаковский И.И.)

РАН

Руководитель - чл.-корр. РАН В.Д.Кулаковский

3. Синтезированы монокристаллы сверхпроводника BiSrLaCuO, измерена температурная зависимость динамической магнитной восприимчивости выше и ниже критической температуры. Исследована анизотропия тензора удельного сопротивления, а также температурные зависимости сопротивления в продольном и поперечном слоям кристалла магнитном поле. Измерен поверхностный СВЧ импеданс сверхпроводящих образцов в нулевом и сильном магнитном поле с помощью высокодобротных диэлектрических резонаторов на основе сапфира и рутила. Проведены численные расчеты распределения электромагнитных полей в

цилиндрическом рутиловом и дискообразном сапфировом резонаторах. Обнаружена рекордно низкая температурная зависимость частоты и добротности пустых диэлектрических резонаторов.

РАН, программы президиума РАН и ОФН РАН.

Руководитель – д.ф.-м.н. М.Р. Трунин

Изучены магнитные свойства монокристаллов высокотемпературного сверхпроводника $\text{BiSrLaCuO}(2201)$ в широком интервале температур и магнитных полей. Методом декорирования исследована вихревая структура в наклонных магнитных полях, позволившая измерить параметр анизотропии ($\Gamma=430$) в направлении перпендикулярном базисной плоскости.

Впервые проведены ЯМР-измерения на монокристаллах ВТСП системы $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_{6+x}$, допированных свинцом ($\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_{1.9}\text{CuO}_{6+x}$). Определены температуры перехода в сверхпроводящее состояние без поля, $T_c(0) = 15$ К, и во внешнем магнитном поле $H = 7$ Т, $T_c(7\text{T}) = 9$ К (в геометрии $H//c$). ЯМР эксперименты на ядрах меди во внешнем поле 7 Т показали, что щелевой характер температурного поведения скорости ядерной спин-решёточной релаксации и найтовского сдвига проявляется уже при $T < 50$ К, что намного выше $T_c(7\text{T})$ и т.о. свидетельствует о наличии псевдощели в спектре электронных спиновых возбуждений. По аналогии с другими ВТСП это позволяет приписать исследуемую систему к т.н. недодопированным.

Путём измерения статической магнитной восприимчивости и магнитного крутящего момента исследованы магнитные свойства органических металлов $k\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Mn}_{0.87}\text{Co}_{0.13}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$ и $\beta\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Mn}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$. Определены направления главных магнитных осей. Полученные данные содержат косвенные указания на наличие в системе $\beta\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Mn}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$ спонтанного магнетизма π -электронов.

РАН

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. В.В.Рязанов

4. Проведено исследование возможностей формирования наностеклол в системе Fe-Sc. Показана принципиальная возможность образования стекла в сплаве состава, соответствующего эвтектической точке на диаграмме фазового равновесия при скоростной закалке расплава. Получены образцы лент наностекла $Fe_{90}Sc_{10}$. Методами электронной микроскопии, рентгенографии и дифференциальной сканирующей калориметрии проведены предварительные исследования структуры наностекла и ее изменений с температурой. Показано, что в ряде случаев в исходных образцах наряду с аморфной фазой присутствуют кристаллы железа. Присутствие кристаллов железа связано с недостаточной для полной аморфизации образца скоростью охлаждения при получении.

Методами рентгенографии и сканирующей электронной микроскопии исследованы изменения структуры при термообработке предварительно отожженных нано-кристаллических порошков Y_2O_3 , Gd_2O_3 и Eu_2O_3 . После отжига порошки были спрессованы таблетки. Установлена зависимость фазового состава образцов от параметров последующей термообработки. В Y_2O_3 обнаружена неизвестная ранее высокотемпературная фаза. В оксидах Gd_2O_3 и Eu_2O_3 также отмечено появление высокотемпературных фаз. В образцах после более продолжительного как предварительного, так и последующего (после компактирования) отжига наличие высокотемпературных фаз отмечено не было. Определена зависимость фазового состояния образцов от параметров предварительной и последующей термообработки. Полученные результаты свидетельствуют о зависимости фазовых превращений (в частности, появление высокотемпературных фаз) от дисперсности и степени релаксированности структуры.

Методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеновской дифрактометрии исследованы структурные особенности в манганите лантана, легированным барием ($La_{0.95}Ba_{0.05}Mn_{0.98}Fe_{0.02}O_{3+\delta}$), после вакуумного отжига для двух режимов охлаждения: медленное

охлаждение со скоростью $\sim 50^{\circ}/\text{час}$ и быстрое охлаждение (реактор с образцом вынимается из печи при непрерывной откачке и охлаждается до комнатной температуры). При вакуумном отжиге синтезированная ромбоэдрическая фаза переходит в смесь орторомбических фаз со стехиометрическим составом по кислороду. При дальнейшем вакуумном отжиге с последующим быстрым охлаждением парциальное соотношение орторомбических фаз меняется нерегулярным образом в зависимости от длительности вакуумного отжига. Если проводить медленное охлаждение, система приходит в стабильное квазиравновесное состояние, не зависящее от длительности вакуумного отжига.

Проведено исследование зависимости люминесценции боратов редкоземельных элементов от состава и термообработки. Показано, что изменяя концентрацию Eu^{3+} и температуру отжига $\text{Lu}_{1-x}\text{Eu}_x\text{VO}_3$, можно направленно получать определенную структурную модификацию (кальцит или ватерит), которая определяет спектральные характеристики системы. Образцы $\text{Lu}_{1-x}\text{Eu}_x\text{VO}_3$ ($x < 0.15$), отожженные при 970°C , имеют структуру кальцита. При увеличении концентрации Eu^{3+} до 20% и более образцы имеют структурную модификацию – ватерит. Структуру ватерита имеет также борат лутеция с любым содержанием Eu , отожженный при 800°C . В спектре возбуждения основных полос свечения кальцита ультрафиолетовая (УФ) полоса (полоса с переносом заряда, $\lambda_{\text{max}} \sim 250\text{nm}$) более чем в 20 раз превосходит интенсивности всех остальных полос, в то время как в СВЛ ватерита амплитуда УФ полосы всего лишь в 1.3-1.7 раза больше самой интенсивной резонансной полосы ($\lambda_{\text{max}} = 394\text{nm}$). Максимальная интенсивность свечения кальцита в полосе $\lambda_{\text{max}} = 589.6\text{nm}$ (I_c), наблюдаемая в образцах, легированных $\sim 9\%$ Eu^{3+} и отожженных при 970°C , более чем в 4 раза превышает максимальную интенсивность свечения ватерита ($\lambda_{\text{max}} = 593.4\text{nm}$) при УФ возбуждении отожженных при 970°C образцов бората лутеция, легированных 20% Eu^{3+} . В образцах бората лутеция, легированного одновременно двумя редкоземельными ионами Eu^{3+} и Tb^{3+} наблюдается передача энергии от

Tb³⁺ - к Eu³⁺ - ионам как в образцах, имеющих структуру кальцита, так и ватерита. Борат лютеция, легированный Eu³⁺ и Tb³⁺, имеющий структуру кальцита, может рассматриваться в качестве оранжевого люминофора, который можно использовать для оптимизации спектральных характеристик светодиодов, излучающих "белый" свет.

Изучены возможности получения количественной информации о параметрах дефектов кристаллической решетки, наблюдаемых на проекционных рентгеновских топограммах (величина и характер поля смещений, глубина залегания дефектов под входной поверхностью кристалла, пространственная ориентация). На примере прямолинейных дислокаций, введенных в монокристалл кремния при пластическом изгибе, предложена методика такого анализа дифракционных изображений на проекционных топограммах.

РАН

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. А.С.Аронин

5. Обнаружено, что повышение температуры окружающей образец дейтериевого геля сверхтекучей жидкости He-II от 1.66 до 2.135 К приводит к двукратному повышению интенсивности рассеяния нейтронов на углы более или порядка $q > 0.1 \text{ \AA}^{-1}$, т.е. к заметному повышению содержания в геле нанокластеров малых размеров, содержащих несколько дейтериевых молекул. Повышение содержания кластеров малых размеров принципиально важно при использовании дейтериевого геля в He-II в качестве дополнительного модератора для охлаждения пучка холодных нейтронов до уровня ультрахолодных в источнике ультрахолодных нейтронов на сверхтекучем He-II.

Применение методики "жидкостного затвора" при приготовлении образцов примесных гелей позволяет оценить суммарное содержание примеси в объеме образца геля. Если из нейтронных измерений известно распределение нанокластеров по размерам в объеме образца, то отсюда

можно рассчитать содержание примесных кластеров в исследуемом образце.

По эволюции формы спектров рентгеновских диффрактограм с повышением температуры отжига мелкодисперсного ледяного порошка, который образуется при распаде примесных гелей обычной и тяжелой воды и спирта, можно судить о кинетике фазовых переходов в наноструктурированном образце. Обнаружено, что скорость фазовых переходов аморфная фаза – метастабильный кубический лед – обычный гексагональный лед при отжиге нанопорошков из обычной и тяжелой воды в интервале температур 85-200 К много выше известной из литературы скорости аналогичных переходов в массивных ледяных образцах.

Полечены полевые и температурные зависимости подвижности отрицательных и положительных зарядов в образцах твердого гелия, выращенных методом блокированного капилляра.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»

Руководитель - д.ф.-м.н. проф. Л.П. Межов-Деглин.

6. Выявлено влияние межслоевого обменного взаимодействия на элементарные акты перемагничивания ультратонких структур Co/Pt/Co с перпендикулярной анизотропией. Установлено, что в таких структурах существует интервал толщин немагнитной прослойки, в котором зависимость скорости доменных границ от толщины слоя Pt имеет немонотонный характер, обусловленный осцилляциями обменного взаимодействия между ферромагнитными слоями Co. Обнаружено не предсказывавшийся ранее эффект возрастание на несколько порядков скорости связанного движения доменных границ в слоях кобальта, что обусловлено уменьшением величины магнитостатического взаимодействия между этими слоями при увеличении толщины слоя Pt.

Установлено, что в антиферромагнитном слое эпитаксиальной гетероструктуры NiFe/NiO, содержащей дислокации, вблизи краевых дислокаций формируется локальная разупорядоченная система спинов, нарушающая антиферромагнитное упорядочение. Показано, что благодаря обменному взаимодействию на интерфейсе изменение распределения спинов оказывает решающее влияние на процесс формирования доменной структуры и движение доменных границ в ферромагнитном слое.

Выявлено влияние дефектов, формы и латерального размера ферромагнитных пленок на их магнитные свойства. Установлено, что в пленках пермаллоя толщиной 10÷60 нм при уменьшении их латеральных размеров от сотен до единиц микрон происходит кардинальное изменение характера их перемагничивания. Показано, что при достижении латеральных размеров дисков ~20 мкм процесс зарождения и смещения границ в них изменяется на неоднородное вращение. При этом коэрцитивность меза-структур возрастает более чем на порядок.

РАН, Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»,
Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы».

Руководитель – д.ф.м.н. В.С.Горнаков

7. Обнаружен высокодобротный резонанс в фото-отклике детектора микроволнового излучения, работающего на ректификации плазменных волн в двумерной электронной системе, который размещен в резонаторной полости фотонного кристалла. Как детектор, так и фотонный кристалл изготавливались на основе гетероструктуры GaAs/AlGaAs в едином технологическом процессе. Исследованы зависимости обнаруженного резонанса от периода фотонного кристалла, от размера сквозных отверстий, образующих фотонный кристалл, от геометрии микрорезонатора и от положения детектора внутри резонатора. Исследованы зависимости ширины запрещенной зоны и ее частотного

положения от параметров фотонного кристалла. Показано, что обнаруженное явление может быть использовано для создания миниатюрного спектрометра на чипе, работающего в субтерагерцовой области частот.

Исследовано микроволновое пропускание полосы двумерных электронов, помещенной на поверхность металлического резонатора. Обнаружено ультра сильное взаимодействие циклотронной плазменной моды с фотонной модой резонатора в режиме, когда плазменная частота много больше, чем частота фотонной моды. Установлено, что в нулевом магнитном поле частота гибридной поляритонной моды определяется исключительно частотой фотонной моды и фактором перекрытия электронной системы с резонатором. Изучено как изменяется магнитодисперсия плазмон - поляритонной моды в зависимости от концентрации двумерных электронов, размеров резонатора и размеров полосы двумерных электронов.

В системе двумерных электронов с близким металлическим затвором обнаружен высокодобротный резонанс, ширина которого отвечает электронной подвижности в несколько раз, превышающей значение, измеренное из проводимости и циклотронного резонанса электронов. Показано, что этот резонанс отвечает плазмон-поляритонной моде, которая возникает благодаря эффектам запаздывания. Установлено, что для существования обнаруженной моды необходимо, чтобы проводимость электронной системы превышала скорость света. Показано, что новый плазменный резонанс сохраняет высокую добротность вплоть до комнатной температуры.

Проведено экспериментальное исследование масштаба дальнего действия эффекта поверхностно-усиленного рамановского рассеяния планарными серебряными наноструктурами с помощью прямого измерения зависимости коэффициента усиления от расстояния между поверхностью серебряной наноструктуры и слоем тестовых органических молекул. Обнаружено, что коэффициент усиления

рамановского сигнала сохраняется практически неизменным вплоть до расстояний 30 нм, а затем он резко уменьшается. Полученная зависимость носит универсальный характер для всех исследованных видов молекул. Столь протяженный масштаб дальнего действия поверхностного усиления резко противоречит широко распространенной модели быстро убывающего на расстояниях 2-3 нм поверхностно-усиленного рамановского рассеяния.

Исследована связь коэффициентов гигантского усиления сигналов люминесценции и неупругого рассеяния света на планарных серебряных наноструктурах. Для этой цели изучалось, как изменяются усиленные сигналы люминесценции и рамановского рассеяния в зависимости от расстояния между поверхностью наноструктуры и слоем тестовых органических молекул. Обнаружено, что для линий, спектральное положение которых близко к позиции лазера, коэффициент усиления рамановского рассеяния пропорционален квадрату коэффициента усиления сигнала люминесценции. Показано, что по мере увеличения спектрального сдвига линий от позиции лазера, обнаруженная зависимость становится субквадратичной. Установлено, что пространственный масштаб дальнего действия совпадает для обоих эффектов и составляет 25 – 30 нм.

РАН, Программа фундаментальных исследований Президиума РАН № 24
«Фундаментальные Основы технологий наноструктур и наноматериалов»
Руководитель – чл.-корр. РАН И. В. Кукушкин

Разработана методика измерения спиновой поляризации электронной системы с помощью рэлеевского рассеяния и показано, что формирование новых ветвей возбуждений связано с деполяризацией электронной системы. Сделан вывод о том, что новые ветви связаны с коллективной прецессией электронного спина в спин-текстурированных системах. Обнаружен эффект гибридизации коллективных спиновых возбуждений со спиновым экситоном. Показано, что величина щели

между взаимодействующими возбуждениями пропорциональна обобщенному импульсу, передаваемому электронной системе посредством рамановского процесса.

Методом электронного парамагнитного резонанса измерена зависимость времени жизни спиновых волн от ориентации магнитного поля. Показано, что при увеличении плоскостной компоненты магнитного поля время спиновой релаксации уменьшается, несмотря на то, что величина зеемановского расщепления растет. Найдено, что зависимости минимального значения обратного времени релаксации от плоскостной компоненты магнитного поля в симметричной и асимметричной квантовых ямах, обладающих сходными параметрами, качественно отличаются друг от друга.

РАН, Программа отделения ОФН РАН «Спинтроника»

Руководитель – чл.-корр. РАН И. В. Кукушкин

Исследованы гигантские флуктуации излучательной рекомбинации двумерных электронов с фотовозбужденными дырками в режиме квантового эффекта Холла. Показано, что спектр флуктуаций интенсивности люминесценции аналогичен тому, что наблюдается в открытых динамических диссипативных системах и в некоторых специальных случаях наблюдаются частотные резонансы, подчиняющиеся закону Фибоначчи. Измерен странный аттрактор в фазовом пространстве и определена размерность пространства, которая оказалась равной 4. Таким образом, установлено, что динамика системы двумерных электронов в режиме квантового эффекта Холла может быть описана с помощью системы четырех нелинейных дифференциальных уравнений.

РАН

Руководитель – чл.-корр. РАН И. В. Кукушкин

Исследованы свойства новой двумерной электронной системы в гетероструктуре MgZnO/ZnO , в которой тяжелая масса электронов и небольшая величина диэлектрической проницаемости обеспечивают

усиление эффектов электронного взаимодействия. Изучены спектры люминесценции взаимодействующей электронной системы при температуре 0.3К в полях до 14 Тесла. Из осцилляций интенсивности люминесценции от магнитного поля была определена концентрация двумерных электронов в исследуемой структуре, которая оказалась близкой к величине, измеренной в транспорте. С помощью методики оптического детектирования микроволнового поглощения обнаружен резонанс, отвечающий плазменным возбуждениям двумерных электронов. В магнитном поле обнаружена и исследована нижняя ветвь магнитоплазменных возбуждений, отвечающая распространению краевого магнитоплазмона и определена эффективная масса электронов, а также измерены времена электронной релаксации.

Исследованы свойства экситонных состояний в ультра широких квантовых ямах GaAs/AlGaAs с характерными ширинами 1500 и 2000 Å, в которых ранее наблюдалось квантование движения экситонов (как связанного состояния электрона и дырки) вдоль оси роста квантовой ямы. Из анализа спектров отражения и спектров фотолюминесценции, измеренных в таких широких квантовых ямах, было установлено, что все спектральные особенности и резонансы, ранее приписанные квантованию движения тяжелодырочного экситона в z-направлении, хорошо соотносятся с энергиями квантования легких дырок и не имеют никакого отношения к движению экситонов как целого образования. Показано, что оптические спектры демонстрируют очень схожие особенности при температурах, превышающих энергию диссоциации экситона.

Разработан метод комбинированного микроволнового и звукового резонанса, который был использован для изучения дисперсии бернштейновских мод, отвечающих гибридизации магнитоплазменных колебаний с гармониками циклотронного резонанса. Установлено, что длина волны поверхностных акустических волн, распространяющихся по поверхности образца вблизи квантовой ямы, в условиях комбинированного резонанса задает квазиимпульс возбуждения, а частота

микроволнового излучения – энергию возбуждения. Измерена дисперсия бернштейновских возбуждений и показано, что она имеет несколько роторных минимумов. Исследованы эффекты взаимодействия магнитоплазменной моды со второй, третьей и четвертой гармониками циклотронного резонанса.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы»

Руководитель – чл.-корр. РАН И. В. Кукушкин

8. С помощью тонкопленочных методов, оптической и электронной литографии реализованы гибридные структуры на основе сверхпроводников, топологических изоляторов, ферромагнетиков и нормальных металлов. Исследованы планарные и сэндвичивые джозефсоновские структуры, критические характеристики которых управляются перемагничиванием ферромагнитного барьера и неравновесной инжекцией носителей. Проведены теоретические исследования джозефсоновского тока в контактах с гибридной слабой связью, содержащей ферромагнитные элементы.

Методами сквидовской магнитометрии и атомно-силовой микроскопии были исследованы свойства пленок слабого ферромагнетика $Pd_{99}Fe_{01}$, выращенных на слое сверхпроводящего ниобия и на атомно-гладкой подложке кремния. В обоих случаях получены одинаковые коэрцитивные поля и температуры Кюри. При намагничивании в полях свыше 5 Эрстед температура Кюри смещается в область более высоких температур и к ферромагнитным характеристикам материала типа нанокристаллов Pd_3Fe добавляются суперпарамагнитные свойства. В пленках толщиной 20 нм парамагнитный вклад является преобладающим. Кроме того, в поле выше 20 Эрстед в них наводится вторая ферромагнитная фаза, связать которую с известными стабильными фазами $Pd_{1-x}Fe_x$ пока не удалось. К интересным результатам следует отнести также наблюдение гигантской

релаксации магнитного момента, имеющей место, по крайней мере, в диапазоне температур 2-20 К.

Экспериментально обнаружен нелокальный сверхпроводящий ток в субмикронной планарной джозефсоновской структуре, возбуждаемый неравновесной квазичастичной инжекцией в один из берегов джозефсоновского перехода. Предложена теоретическая модель описания взаимодействия неравновесного электрического поля в сверхпроводнике (“зарядового разбаланса”) и эффекта Джозефсона в мезоскопической структуре нормальный металл-сверхпроводник. Обнаруженный эффект предоставляет возможность нелокального контроля джозефсоновскими характеристиками в современных сверхпроводящих устройствах нанометрового масштаба.

Исследованы микроволновые характеристики реализованных джозефсоновских структур с инверсией сверхпроводящей фазы (π -контактов), а также их взаимодействие с высокочастотными сверхпроводящими резонаторами. Реализована “самофрустрированная” сверхпроводящая квантовая структура, перевод в рабочее когерентное состояние которой осуществляется за счет включения в нее π -контакта.

Исследован электронный транспорт в управляемых эффектом поля структурах сверхпроводник/ полупроводниковая нанопроволока/ сверхпроводник на основе полупроводниковых InAs-нанопроволок и ниобиевых электродов. Изучены зависимости дифференциальной проводимости структур от температуры и затворного напряжения. Обнаружены и детально исследованы осцилляции проводимости в магнитном поле при напряжениях смещения, которые соответствуют особенностям на ВАХ, обусловленным многократным андreeвским отражением в структурах. Изучено влияние микроволнового излучения на электронный транспорт в исследуемых структурах.

Исследован электронный транспорт в тонких эпитаксиальных пленках топологических изоляторов Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 . Изучены магнетопроводимость и холловское сопротивление в слабом магнитном

поле. Изучена температурная зависимость магнетопроводимости в слабом перпендикулярном магнитном поле и определена длина фазовой когерентности в пленках при низких температурах. Проведены измерения магнетопроводимости в параллельном магнитном поле при различных температурах. Изготовлены джозефсоновские переходы сверхпроводник/топологический изолятор/сверхпроводник с различными расстоянием между сверхпроводящими электродами и шириной перехода.

Разработана технология получения мезоскопических структур на основе селенида висмута Bi_2Se_3 . В мезоскопических гетеропереходах $\text{PdFe}/\text{Bi}_2\text{Se}_3/\text{Ag}$ реализованы и исследованы эффекты резистивных переключений (БЭРП). Показано, что переключения обусловлены селеновыми вакансиями, которые определяют транспорт в исходных пленках. Это согласуется с происхождением эффекта БЭРП в оксидных соединениях, где считается, что именно вакансии кислорода являются ключевым и определяющим фактором в механизме таких переключений.

Разработана новая методика подготовки поверхности для СТМ/СТС исследований, которая позволяет изучать искусственные гетероструктуры сложной топологии. Исследованы поверхностные состояния топологического изолятора Bi_2Te_3 , обнаружены биения уровней Ландау больших порядковых номеров в плавно увеличивающемся, перпендикулярном поверхности, магнитном поле. Получены СТМ и СТС карты распределения дефектов и поверхностных электронных состояний с большим разрешением, проведены теоретические расчеты.

РАН, Программы РАН: “Спиновые явления в твердотельных наноструктурах и спинтроника”, “Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы”, “Физика новых материалов и структур”.

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. В.В.Рязанов

9. Предложено семейство однотипных протоколов квантового распределения ключей на геометрически однородных когерентных состояниях лазерного излучения. Сделан анализ их стойкости

относительно унитарной атаки, атаки с расщеплением когерентного состояния и атаки с измерениями с определенным исходом. Выбор того или иного протокола может осуществляться автоматически в зависимости от параметров системы и требуемой длины линии.

Любой сеанс генерации ключей содержит конечное число посылок квантовых состояний, поэтому практически важно понимать принципиальные ограничения на минимальную длину последовательности необходимую для получения секретного ключа заданной длины. Энтропийные соотношения неопределенностей для сглаженных \min и \max энтропий позволяют существенно упростить и сократить доказательство секретности. Приведено доказательство секретности для квантового распределения ключей с фазово-временным кодированием. Данный протокол обеспечивает максимальную, по сравнению с другими протоколами, критическую ошибку, до которой гарантируется секретное распределение ключей. Кроме того, в отличие от других базовых протоколов, типа BB84, которые уязвимы по отношению к атаке с "ослеплением" лавинных фотодетекторов, данный протокол устойчив по отношению к данной атаке и гарантирует секретность ключей.

Предложен метод распределенной балансировки для однопроходных систем квантовой криптографии с фазовым кодированием. Метод позволяет проводить полностью автоматическую балансировку, является достаточно универсальным и может быть использован в других оптических экспериментах.

РАН

Руководитель - д.ф.-м.н. проф. С.Н.Молотков

10. Исследован электронный транспорт в низкоразмерных и мезоскопических системах. Изучены эффекты, обусловленные межэлектронным взаимодействием в двумерных структурах. В частности, исследовано сопротивление на сетке Абрагама-Миллера в режиме

прыжковой проводимости вблизи перехода металл-диэлектрик на двумерных электронных системах при температурах ниже 1К. Экспериментально исследован переход между разными спиновыми состояниями сильно коррелированной двумерной электронной системы в режиме дробного квантового эффекта Холла при изменении ширины волновой функции в направлении, перпендикулярном интерфейсу. Теоретически объяснено изменение положения перехода. Наблюдена интерференция краевых электронных состояний для двумерной электронной жидкости в режиме дробного квантового эффекта Холла. Изучена возможность вызванного взаимодействием слияния разных уровней Ландау с противоположными спинами в сильно-коррелированных двумерных электронных системах.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», Программа Президиума РАН «Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов», Программа ОФН РАН «Сильно коррелированные электроны в твердых телах и структурах»

Руководитель - д.ф.-м.н. А.А. Шашкин

11. Определена структура полярных жидкокристаллических наноплёнок с различным периодом слоевого упорядочения в объёмных образцах. Измерения проведены на структурах с периодом от одного до 4 смектических слоёв (SmC^* , SmC^*_A , SmC^*_{d3} , SmC^*_{d4}). SmC^*_{d3} структура в наноплёнках с нечетным числом слоёв как и объёмный образец имеет поперечную поляризацию. Обнаружено, что плёнки с четным числом слоёв имеют продольную электрическую поляризацию, параллельную плоскости наклона молекул. Такая поляризация не наблюдается ни в одной из исследованных объёмных жидкокристаллических структур. Обнаружена серия фазовых переходов в наноплёнках. Температуры переходов увеличиваются с уменьшением толщины плёнок (различие в

температурах переходов в плёнках 7 и 2 молекулярных слоя $\sim 50\text{K}$). Изучен процесс образования линейных дефектов в полярных жидкокристаллических плёнках. Установлено, что линейные дефекты образуются в структурах с большой поляризацией (больше 5нС/см^2). Показано, что период упорядочения уменьшается с увеличением поляризации. Образование линейных дефектов и их упорядочение связаны с линейной по изменению ориентации молекул двумерной упругостью.

Измерены спектры КРС молекулярного донорно-акцепторного комплекса $\{\text{Hg}(\text{dedtc})_2\}_2\text{C}_{60}$ до 8 ГПа. Обнаружено, что при давлении 2 ГПа происходит фазовый переход, связанный с образованием димеров в слоях фуллерена. Переход обратим с небольшим гистерезисом по давлению: при сбросе давления до 1.2 ГПа восстанавливается исходный спектр КРС, характерный для мономера фуллерена C_{60} . Выполнены рентгеноструктурные исследования комплекса $\{\text{Cd}(\text{dedtc})_2\}_2\text{C}_{60}$ при давлении до 6 ГПа. Рентгеновские данные позволили определить параметры ячейки и их зависимость от давления. Аппроксимация экспериментальных данных уравнением состояния типа Мурнагана показывает, что зависимость объема ячейки от давления имеет особенность вблизи 2 ГПа, при этом объемный модуль в этой области увеличивается примерно в два раза. Зависимость наименьшего расстояния между молекулами фуллерена внутри слоя также имеет особенность при 2 ГПа.

РАН, Программа фундаментальных исследований Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы».

Руководитель - д.ф.-м.н. В.К. Долганов

П9. Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также метаматериалы

12. При исследованиях морфологии, структуры и свойств композитов из неорганических и органических веществ обнаружен ряд новых процессов и свойств: пространственное упорядочение композитов из неорганических наночастиц и биополимеров коллагена и лигнина, проявляющееся в самоорганизующемся формировании периодических структур наночастиц линейчатого и трехмерного типов. Упорядочение объясняется увеличением перекрестных энергий связи между наночастицами и молекулами биополимеров по сравнению с энергиями связи между однотипными компонентами указанных композитов.

Сужения рентгенодифракционных рефлексов биополимеров лигнина и коллагена при формировании их композитов с неорганическими наночастицами фторидов редких земель (в случае лигнина) и титаната бария (в случае коллагена), указывающие на упорядочение атомно – молекулярных структур указанных биополимеров при их контактах с наночастицами.

Значительное уширение протонных линий ядерного магнитного резонанса лигнина и ослабление полос инфракрасного поглощения групп ОН и СН лигнина в результате введения в лигнин ионов гадолиния, что свидетельствует о формировании достаточно прочного химического соединения компонентов лигнина с гадолинием.

Ослабление ряда полос инфракрасного поглощения, соответствующих некоторым колебательным частотам полистирола в результате формирования композита полистирола с сцинтилляционными диэлектрическими наночастицами, что свидетельствует о формировании сильных химических связей между этими неорганическими веществами и органическими группами.

Кооперативное воздействие ультрафиолетового облучения и деформирования на механическую прочность органических полимеров, заключающееся в том, что одновременное воздействие указанных факторов приводит к необратимому снижению сопротивления деформированию, в то время как разделенные во времени воздействия облучения и деформирования заметного разупрочнения не вызывают. Необходимость одновременности воздействия объясняется тем, что межатомные связи, разорванные поглощением фотонов, в случае неподвижности разъединенных молекулярных фрагментов восстанавливаются, в то время как при деформировании указанные фрагменты разделяются в пространстве и возможность восстановления связи утрачивается.

Показано, что формирование композитов органических полимеров с неорганическими наночастицами способно существенно повысить радиационную прочность органических веществ за счет того, что фиксация компонентов полимерных цепей на наночастицах препятствует пространственному разъединению их фрагментов, разорванных облучением, благодаря чему значительно возрастает вероятность восстановления разрушенных межатомных связей.

В композитах из белковых молекул коллагена и сегнетоэлектрических наночастиц титаната свинца, ориентированных внешним электрическим полем, при воздействии рентгеновского излучения обнаружена генерация ЭДС. Это объясняется пространственным разделением неравновесных положительных и отрицательных носителей заряда, возбужденных рентгеновскими квантами, во внутреннем электрическом поле, которое создается ориентированными дипольными моментами наночастиц. Это явление открывает возможности создания не только новых типов радиационных детекторов, но и прямого действия преобразователей радиации в электричество.

В тех же композитах обнаружено немонотонное изменение во времени остаточной электрической поляризации, формируемой внешним

электрическим полем, приложенным к образцу (рис. 1). В течение первых десятков секунд после выключения поля поляризация возрастает, а затем начинает убывать. Это явление объясняется сосуществованием двух видов перемещений зарядов в указанных композитах во внешнем электрическом поле, которые создают противоположные по знаку поляризации. Первый вид обусловлен инжекцией носителей заряда из электродов в образец. Знак этой остаточной поляризации совпадает по знаку с внешним полем. Второй вид поляризации создается разворотом стационарных дипольных моментов, имеющих в образце и связан с сегнетоэлектрическими наночастицами. Знак этой поляризации противоположен знаку внешнего поля. Убывание первой (инжекционной) компоненты поляризации происходит синхронно с возрастанием электросопротивления композита и связывается с уменьшением концентрации инжектированных носителей заряда.

При исследовании нанокompозитов из кристаллического бромида лантана и наночастиц оксидбромидов лантана, образовавшихся при терморазложении локальных включений кристаллогидрата бромида лантана, которые формируются в процессе диффузии в него молекул воды, обнаружено возрастание механической прочности бромида лантана, которое до определенных концентраций оксидбромидов не вызывает ухудшения его сцинтилляционных характеристик. На этом основании разработана концепция нового композиционного сцинтиллятора с оптимизированной концентрацией компонентов, позволяющего заметно улучшить эксплуатационные параметры радиационных детекторов этого типа.

Полученные научные результаты позволили разработать новые виды материалов для улучшенных радиационных детекторов, на основе чего подготовлены четыре патентных заявки.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные структуры»

Руководитель – к.ф.-м.н. Классен Н.В.

13. Синтезированы образцы клатратной фазы $\text{Na}_x\text{Si}_{136}$ с минимальной концентрацией натрия $x = 7$. Методом термобарической закалки для клатрата $\text{Na}_7\text{Si}_{136}$ построены изотермы растворимости водорода при 100°C и 250°C до давлений 2.8 и 7.4 ГПа, соответственно. Содержание водорода в закаленных образцах определяли методом термодесорбции в вакуум. Показано, что клатратная фаза способна поглощать до 1 % вес. водорода.

Образцы Cu-H и Cu-D, содержащие около 0.5 ат.% H(D), синтезированы при давлении водорода (дейтерия) 7.5 ГПа и температуре 450°C и исследованы методами малоуглового и квазиупругого рассеяния нейтронов в ORNL (США). Показано, что водород (дейтерий) содержался в порах с гладкими стенками размером порядка 1 мкм и выше. Плавление начиналось при 14 К и завершалось при 60 К, что соответствовало давлению в порах 0.3 ГПа.

Закалкой до 80 К под давлением 7.5 ГПа получены образцы Ti-D и Ti-H состава $\text{H(D)}/\text{Ti} = 1$, и методом нейтронной дифракции (дифрактометр D20, ILL, Франция) изучена эволюция их фазового состава в процессе отогрева при атмосферном давлении. В системе Ti-H установлено существование новой ζ_2 -фазы высокого давления состава $\text{H}/\text{Ti} \approx 1$ с октаэдрической координацией атомов водорода. Показано, что цепочка фазовых превращений при отогреве закаленных образцов Ti-H и Ti-D завершается образованием γ -фаз стехиометрического состава TiH(D) с тетраэдрической координацией атомов дейтерия.

Исследование системы $\text{H}_2\text{O}-\text{He}$ методом волюмометрии при давлениях гелия до 0.5 ГПа и температурах от -24 до 0°C не подтвердило литературных данных о наличии фазовых переходов, свидетельствовавших об образовании нового гелиевого гидрата. Линия метастабильного плавления гексагонального льда I_h в атмосфере гелия продлена до -23°C и 0.27 ГПа.

Для выяснения влияния структурного беспорядка на спектральные характеристики «белого люминофора» $\text{Gd}_{1.90}\text{Eu}_{0.008}\text{Tb}_{0.08}\text{Tm}_{0.01}(\text{MoO}_4)_3$,

монокристаллический образец этого соединения был переведен в аморфное состояние выдержкой под давлением 9 ГПа при комнатной температуре в течение 7 дней. Изучение спектров возбуждения люминесценции (СВЛ) показало, что край оптического поглощения изучавшегося соединения сильно сдвигается при аморфизации и составляет ~400 нм. Частичное восстановление полос СВЛ ионов Eu^{3+} и Tb^{3+} при длинах волн возбуждения менее 400 нм происходило после отжига образца при 550°C.

РАН, Программы ОФН РАН «Вещество при высоких плотностях энергии», «Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика и ядерные технологии».

Руководитель- д.ф.-м.н. В.Е.Антонов

14. Разработаны методики получения тонких (5-10 нм) слоев из кристаллов монокристаллических галлия (GaS , GaSe , GaTe) путем химико-механической эксфолиации. При выращивании монокристаллов применяли созданные ранее способы получения гексагональных GaS , GaSe и GaTe вертикальной зонной плавкой под высоким давлением инертного газа. Предложены методики нанолитографического нанесения металлических контактов на эксфолиированные слои, изучения поверхности и измерения толщины слоев атомно-силовой микроскопией, оценки толщины и однородности слоев оптической микроскопией. Получены предварительные результаты исследования спектров люминесценции слоев GaSe при оптическом возбуждении (совместно с Sheffield University, UK). Изучены особенности перехода из гексагональной фазы в моноклинную в объемных кристаллах GaTe , подтверждена возможность получения монокристаллов гексагонального теллурида галлия (II) из расплава. Проведены дифракционные исследования эксфолиированных фольг и показано, что они сохраняют гексагональную симметрию. Начаты исследования дефектов в слоях просвечивающей электронной микроскопией высокого разрешения.

РАН, Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»

Руководитель – к.т.н. Н.Н. Колесников

Ударно-волновым сжатием до давлений 17 ГПа металлооксидной смеси Mg/MgO получен новый высокотемпературный сверхпроводник с температурой сверхпроводящего перехода $T_c = 30$ К. На основании магнитометрических измерений, выполненных в различных статических и динамических магнитных полях, а также рентгенофазового и элементного анализа образцов установлено, что сверхпроводимость возникает в гранулированном пограничном слое (интерфейсе), разделяющем металлический Mg и его оксид MgO. С помощью измерений динамической магнитной восприимчивости обнаружена несвойственная классическим сверхпроводникам динамика сверхпроводящих токов экранирования внешнего переменного магнитного поля в образце, развивающихся во времени по типу спинового стекла. Установлено, что полученные сверхпроводники являются термически неустойчивыми при комнатной температуре, в то время как закалка образцов до температуры жидкого азота (77 К) позволяет стабилизировать сверхпроводящие свойства образцов.

Разработана технология роста монокристаллов топологических сверхпроводников Bi_2Se_3 , легированных медью. Методом динамической магнитной восприимчивости в монокристаллах обнаружен сверхпроводящий переход при 2.2-2.4 К.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовая физика конденсированных сред», Программа Президиума РАН «Вещество при высоких плотностях энергии»

Руководитель – д.ф.-м.н. В.В.Рязанов

Усовершенствован процесс выращивания кристаллов оксидов $\text{R}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$ ($\text{R}=\text{Y},\text{Eu}$) методом электролиза расплава $\text{RO}_{1.5}\text{-BaO-CuO}_x$, заключающийся в разрачивании затравочного электродного осадка, полученного на первой стадии, посредством смены на второй стадии исходного расплава на новый.

Обнаружена зависимость структурных параметров и сверхпроводящих свойств оксидов $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$ ($R=\text{Y}, \text{Eu}$) от величины ионного радиуса Y^{3+} (0.93 Å) и Eu^{3+} (1.02 Å), заключающаяся в изменении параметров структурной ячейки $\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$ и увеличении ее объема, разориентации доменов, уменьшении доли меди в степени окисления +3. и понижении максимального значения T_c с 91 К ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$) до 87 К ($\text{EuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+\delta}$).

РАН.

Руководитель – д.х.н. Л.А. Клинова.

Исследована внутренняя структура аморфных частиц диоксида кремния, синтезированных методом Штобера в многоступенчатом режиме, с использованием локального (HRTEM) и интегральных (SAXS, SANS) методов. Впервые экспериментально продемонстрирована оболочечная иерархическая структура аморфных частиц SiO_2 , подтверждающая ранее предложенную модель строения частиц, выявленную из размерной зависимости плотности и пористости. Методом ультрамалоуглового рассеяния синхротронного излучения установлено, что плотность частиц диаметром более 1000 нм уменьшается от центра к периферии сферы. Показано, что переход от вторичных частиц к третичным происходит при диаметре частиц 370 нм, следующий переход от третичных к четвертичным ожидается для диаметров частиц 5 – 8 микрон.

Синтезированы гибридные наноструктуры SiO_2 – Аликват-336 с площадью удельной поверхности в интервале 380 м²/г – 780 м²/г, демонстрирующие сорбирующие свойства в отношении благородных металлов. Синтезированы композиты диоксид кремния – лигнин, где последний выступал в качестве темплаты. Обнаружено отчетливое упорядочение наночастиц SiO_2 в структуре композита, что можно объяснить особенностями атомарной и электронной структур этого полимера. Обнаружено существенное повышение термической стойкости пленки механической смеси наночастиц оксида кремния и коллагена.

Выращены кристаллы недодопированного $\text{Bi}_2\text{Sr}_{1.3}\text{La}_{0.7}\text{CuO}_{6+\delta}$ методом TSFZ (Traveling Solvent Floating Zone) с лучевым нагревом. *As-grown* кристаллы имели переходы в сверхпроводящее состояние с $T_{c,\text{onset}} = 12\text{-}15$ К. После отжига при 600°C на воздухе 20 дней в засыпке: $T_{c,\text{onset}} = 10\text{-}12$ К. В результате исследования процесса кристаллизации карбида кремния сублимационным методом определены условия выращивания и были получены монокристаллы SiC политипа 6H диаметром 100 мм и толщиной до 25 мм. Типичные условия выращивания монокристаллов следующие: температура в зоне роста $2100 \div 2400^\circ\text{C}$, давление инертного газа в интервале $1 \div 400$ мм.рт.ст., длительность эксперимента до 100 часов., скорость роста в диапазоне 0.1 до 0.5 мм/час. Обнаружен рост углеродных нанокластеров внутри микротрубок в процессе объемного выращивания SiC в условиях, близких к равновесным, и подтверждена важная роль состава паровой фазы в возникновении микротрубок. Изучены морфология, структура и катодолюминесценция углеродных кристаллитов. Проведено имплантирование ионов углерода C^+ с разной энергией в монокристалл 6H-SiC при температуре подложки 900°C . Начаты исследования структуры легированных слоев методами просвечивающей электронной микроскопии.

РАН, Программе фундаментальных исследований Отделения физических наук РАН П.5. «Физика новых материалов и структур»

Руководитель - д.т.н. проф. Г.А. Емельченко

Синтезированы новые ионные жидкости – диоктил- и дигексилсульфосукцинаты 1-бутил-3-метилимидозолия и проведено их ИК-спектроскопическое исследование. Получены комплексообразующие сорбенты на основе углеродных нанотрубок, ионных жидкостей и оксида дифенил(дибутилкарбамоилметил)фосфина. Изучено влияние состава композитов на эффективность сорбции ионов РЗЭ(III), Sc(III), U(VI) и Th(IV) из растворов азотной кислоты.

РАН

Руководитель – д.х.н. А.Н. Туранов

Проведена оптимизация режимов получения биоморфной углеродной матрицы с возможностью обработки для придания изделию сложной геометрической формы с последующим безусадочным силицированием (сохранением геометрических размеров изделия). Получены микроканальные SiC матрицы и композиты на ее основе. Изучено взаимодействие с биоморфной карбидокремниевой керамики с расплавом TiAl, а также жаропрочными сплавами на основе Ni₃Al. Разработана методика нанесения защитного покрытия на основе соединений Ti на внутреннюю поверхность микроканалов. Показано, что наличие такого покрытия замедляет процессы взаимодействия между SiC и расплавами металлов. Получены сварные соединения биоморфной керамики с плотной реакционносвязанной карбидокремниевой керамикой. Получены сварные соединения между плотной карбидокремниевой керамикой и сплавом Al-Si-Ti через переходный слой на основе биоморфного композита.

Проведено исследование керамических композиционных материалов на основе SiC на термоударную прочность, а также прочность на сжатие и на изгиб при различных температурах. Исследован коэффициент термического расширения биоморфных композитов с металлическим наполнителем.

РАН, Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур»

Руководитель – д.т.н. В.Н. Курлов

15. Проведено исследование структуры слитка молибдена, легированного 0,4% тантала, полученного методом последовательного проведения электронно-лучевой и вакуумной дуговой плавки. Показано, что частицы внутри зерен и на их границах, ранее считавшиеся выделениями карбида Mo₂C, на самом деле являются эвтектическими образованиями Mo - Mo₂C даже при содержаниях углерода менее 0,005 вес.%. Это означает,

что предельная растворимость углерода в решетке молибдена при 2200 °С оказывается меньшей 0,005 вес.%. Ранее считалось, что эта величина составляет 0,02 вес.%.

Методом диффузионной сварки изготовлены многослойные композиты, состоящие из чередующихся слоев ниобия и алюминия. Изучено изменение структуры полученных образцов при высокотемпературной термической обработке, определены условия формирования интерметаллидных слоев. Получены композиты, состоящие из чередующихся слоев ниобия и интерметаллида Nb_3Al .

Исследовано влияние легирования элементами 4-й и 6-й групп переходных металлов на структуру и механические высокотемпературные свойства сплавов на основе эвтектики $Nb - Nb_3Si$. Показано, что легирование молибденом приводит к формированию в сплаве эвтектики $Nb - Nb_5Si_3$. Показано, что при оптимальном легировании и применении метода направленной кристаллизации могут быть получены образцы с прочностью 800-1000 МПа при температуре 1300°С.

Проведена методическая работа по расшифровке результатов фазового анализа смесей силицидов ниобия на плавных образцах, в результате которой увеличена надежность определения фаз на образцах с сильно выраженной кристаллографической текстурой и с заметными смещениями положения линий фаз в связи с их сложным легированием.

Проведены исследования возможностей синтеза фазы Новотного (ФН) из силицидов ниобия. В результате она была получена в смеси с другими фазами ниобия.

Исследованы равновесия с участием ФН молибдена, в ряде экспериментов выявлены признаки ее метастабильности.

Получены свидетельства образования фазы Новотного для вольфрама в специальных условиях охлаждения расплавов силицидов вольфрама после их взаимодействия с углеродом.

В экспериментах по закалке из жидкого состояния эвтектического расплава силицидов вольфрама с введенным в него углеродом удалось

получить состояние пересыщенного твердого раствора. При последующем нагреве из него выделялись частицы карбида кремния.

Проведен анализ нескольких технологических схем получения титана. Предложена оптимальная схема получения сверхчистого титана с пониженным содержанием кислорода и ряда изотопов (урана, тория), включающая получение титановой губки и последующий электронно-лучевой переплав.

РАН

Руководитель - член-корр. РАН М.И.Карпов

16. Исследованы актуальные проблемы технологии выращивания монокристаллов способами Степанова, Чохральского, Киропулоса.

Выполнен расчет конструкции формообразующих устройств, применяемых для реализации группового процесса роста лент способом Степанова, в рамках модели, включающей уравнения Навье-Стокса для определения скоростей течения расплава в капиллярном канале формообразователя и мениске, уравнения теплопроводности с условием Стефана для нахождения температурных полей в системе кристалл-расплав и формы и положения межфазных границ, уравнения радиационного теплообмена между кристаллами пакета. На основе результатов расчета спроектированы и изготовлены формообразующие устройства, позволяющие выращивать пакеты из 12 и 16 толщиной 1,6 – 2 мм, шириной 70 мм и длиной 500 мм. Разработан тепловой узел и технология производства сапфировых защитных экранов мобильных устройств. Установлено влияние структуры (размера зерна) и состояния поверхностей, контактирующих с расплавом, молибденовых формообразующих устройств на газовые включения в профилированных монокристаллах сапфира, выращиваемых в виде пластин.

Для автоматического управления процессами выращивания монокристаллов, используемых в качестве генерирующей среды твердотельных лазеров на основе YAG, разработаны алгоритмы

идентификации ДХ объекта управления на основе тестовых воздействий на систему кристалл-расплав и построения линейной авторегрессивной модели ОУ непосредственно в процессе роста кристалла.

Для решения задачи автоматического управления процессом выращивания монокристаллов сапфира методом Киропулоса, разработана математическая модель расчета формы кристалла в реальном времени технологического процесса. Показано, что сигнал датчика веса кристалла, используемого для автоматизации процесса, является функцией двух свободных параметров - линейной скорости кристаллизации и формы фронта кристаллизации, ввиду этого объект управления является ненаблюдаемым в достаточно широкой зоне. Разработаны алгоритмы автоматического управления процессом с обратной связью.

На основе полученных результатов проведена оптимизация конструкции оборудования и технологических процессов.

РАН

Руководитель – член-корр. РАН В.А. Бородин

17. Выполнено рентгеноструктурное исследование продуктов реакции молекулярного магнетика $[\text{Mn}_4(\text{hmp})_6(\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{ClO}_4)_2$ с $(\text{Bu}_4\text{N})_2[\text{CoX}_4]$ ($\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$) в ацетонитриле. Обнаружено образование новых гетерометаллических тетраядерных кластеров $[\text{Co}^{\text{III}}_2\text{Mn}^{\text{II}}_2(\text{hmp})_6\text{Cl}_2(\text{CH}_3\text{CN})_2]\text{Mn}^{\text{II}}\text{Cl}_4 \cdot 3\text{CH}_3\text{CN}$ и $[\text{Co}^{\text{III}}_2\text{Mn}^{\text{II}}_2(\text{hmp})_6\text{Br}_2(\text{CH}_3\text{CN})_2]\text{Mn}^{\text{II}}\text{Br}_4 \cdot 4\text{CH}_3\text{CN}$. Изучение магнитных свойств этих материалов в температурном интервале 300-4.2 К показало наличие сильного внутрикластерного антиферромагнитного спаривания между Mn^{II} ионами, связанными кислородными мостиками.

Определены кристаллические структуры ряда молекулярных магнетиков на основе комплексов Mn^{III} с тетрадентатными (N_2O_2) основаниями Шиффа и трицианометанидом $\text{C}(\text{CN})_3^-$. С помощью РСА установлено, что комплексы присутствуют в двух формах - нейтральной и ионной. Показано, что структуры не образуют цепочек связанных CN -

группами трицианометанида, как это было в кристаллах с дицианамидным анионом $N(CN)_2^-$. Единственная цепочечная структура найдена в ионном комплексе $[Mn(3-MeOsalpn)(H_2O)_2][C(CN)_3]$, в котором цепочки построены из катионов $[Mn(3-MeOsalpn)(H_2O)_2]^+$, связанных системой водородных контактов.

Впервые проведено рентгеноструктурное исследование монокристаллов $(EDT-TTF-CONH_2)_2^+[BABCO^-]$, которые являются первым гибридом молекулярного проводника и молекулярного ротора.

Определена кристаллическая структура низкоразмерного проводника $k-(BEDT-TTF)_2Cu_2(CN)_3$ при комнатной температуре и давлении 4кбар, а также при атмосферном давлении и температуре 150 К. Она представляет собой чередующиеся слои анионов и катионов. Катионные слои состоят из димеров $(BEDT-TTF)_2^+$, образующие треугольную решётку, что приводит к спин-фрустрированному состоянию, сохраняющемуся до 32мК. На основе полученных структурных данных были рассчитаны интегралы переноса и электронная зонная структура.

Проведены низкотемпературные рентгеноструктурные исследования кристаллов низкоразмерных органических проводников $k-(BETS)_2M[N(CN)_2]_3$, где $M = Mn$ или $(Mn_{0.9}Co_{0.1})$, которые имеют треугольную спиновую решетку в состоянии Моттовского диэлектрика. Это дало возможность проследить структурные изменения в этих кристаллах.

Определены структуры проводящих анион-радикальных комплексов на основе фталоцианинов и фуллеренов при низких температурах: $[TiPc]^-TBA^+$, $[FePcCl_{16}]PPN$, $[C_{60}]_2[Ph_3PCH_3^{2+}][PhCN]$. Показано, что димеризация фуллереновой подрешетки происходит в районе 205К.

Методами аналитической просвечивающей микроскопии высокого разрешения проведены исследования структуры нового твердосплавного композита на основе WC-Co. Исследования показали, что причиной повышения твердости и износостойкости является существенное

изменение структуры кобальтовой связки. При стандартной обработке в зернах Co образуются крупные частицы интерметаллида Co_3W с гексагональной структурой. Такая структура плохо сопротивляется распространению трещин, и материал под ударной нагрузкой испытывает хрупкое разрушение. Специальная обработка формирует в Co частицы метастабильной интерметаллической фазы со структурой типа Cu_3Au размером несколько нанометров, однородно распределенные в теле зерна. Такая структура с одной стороны упрочняет материал по механизму дисперсионного твердения, с другой стороны изделия из такого сплава успешно противостоят хрупкому разрушению.

Устойчивость структуры сложной фазы высокого давления *oC16- $Smca$* в щелочных металлах (K, Rb, Cs) и в поливалентных элементах (Si, Ge, Bi) рассмотрена в модели почти свободных электронов с привлечением механизма Юм-Розери. Для металлов Si и Ge энергетический минимум электронного вклада обеспечивается образованием зоны Бриллюэна-Джонса, вмещающей 4 валентных электрона. Необходимым условием образования такой структуры в щелочных металлах является увеличение числа валентных электронов при сильном сжатии за счет перехода электронов остова в валентную зону.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», Программа Президиума РАН «Фундаментальные основы наноструктур и наноматериалов», Программа Президиума РАН «Сильно сжатые вещества».

Руководитель – к.ф.-м.н. С.С. Хасанов

18. Используя диффузию золота как метод детектирования собственных точечных дефектов и их комплексов, исследовались дефекты в кремнии, генерируемые движущимися дислокациями в плоскостях их скольжения. Показано, что возникающие дефекты являются некими вакансионными комплексами. При плотности дислокаций $N_D \approx 1.6 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2}$ и их пробеге при

600°С порядка 200-300 микрон, средняя концентрация вакансионных дефектов составляет $[V]_0 \approx 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, что превышает равновесное значение $[V]_{\text{оeq}}$ в 400 раз. Таким образом, при движении дислокация генерирует порядка 10^9 см^{-2} вакансионных дефектов на единицу заметаемой ею при движении площади в плоскости скольжения. Коэффициент диффузии D этих дефектов оказался достаточно мал и при 700°С не превышает $3 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2/\text{сек}$.

Методом DLTS были исследованы образцы пластически деформированного германия n-типа после легирования примесью меди при 450С. Было установлено, что отжиг образцов при температурах выше 450 С приводит к уменьшению концентрации изолированных атомов меди Cu_i в узлах решетки, но при этом появились дефекты с электронным уровнем $E_c - 0.185 \text{ эВ}$, концентрация которых возрастает при увеличении температуры отжига. Природа этих дефектов пока не выяснена.

В кремнии методами просвечивающей электронной микроскопии, DLTS и фотолюминесценции (ФЛ) проведено комплексное исследование структуры и электронных свойств дефектов, возникающих на границе соединения разориентированных пластин $\text{Si}(001)$ n-типа. Основными выявленными дефектами являются дислокационные структуры двух видов: ортогональная сетка дислокаций, состоящая из двух семейств винтовых дислокаций и зигзагообразные смешанные дислокации. Показано, что основной вклад в ФЛ дают дислокации, составляющие ортогональную сетку. При увеличении угла разориентации, растет плотность дислокаций несоответствия и увеличивается концентрация глубоких центров, детектируемых методом DLTS. Интенсивность ФЛ зависит немонотонным образом от угла разориентации, проходя через максимум при углах около 2° и уменьшаясь при дальнейшем увеличении угла.

Продолжено изучение гетероперехода $3\text{SiC}/\text{Si}$ методом ФЛ. В частности, исследовались границы с добавлением в область

гетероперехода атомов Ge, что позволяло существенно влиять на свойства перехода.

РАН, Программа ОФН «Физика новых материалов и структур»

Руководитель - чл.-корр. РАН В.В.Кведер

19. Исследования фазовых равновесий в перовскитоподобной системе $\text{SrFe}_{1-x}\text{Mo}_x\text{O}_{3-\delta}$, включая долговременные отжиги материалов в контролируемых атмосферах, показали возможность стабилизации кислородной подрешетки структуры перовскита в восстановительных условиях при концентрациях катионов $\text{Mo}^{6+/5+}$, близких к пределу растворимости ($x = 0.20-0.30$). В результате формирования устойчивых кислородных октаэдров вокруг катионов молибдена термодинамические границы существования перовскитоподобных твердых растворов смещаются в сторону низких химических потенциалов кислорода, позволяя использование этих фаз в условиях, необходимых для функционирования анодов твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ). При этом легирование приводит к значительному увеличению электронной проводимости n-типа и снижению коэффициентов термического расширения (КТР), тогда как уменьшение ионной проводимости в результате понижения концентрации кислородных вакансий является в восстановительных атмосферах незначимым. КТР твердого раствора $\text{SrFe}_{0.7}\text{Mo}_x\text{O}_{3-\delta}$ в атмосфере 10% H_2 – 90% N_2 при температурах 300-1270 К составляет $(14.5 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, что обеспечивает достаточную термомеханическую совместимость с твердыми электролитами на основе галлата лантана и диоксида церия.

Для изучения электрохимических свойств оксидных анодов ТОТЭ на основе перовскитоподобных твердых растворов $\text{SrFe}_{1-x}\text{Mo}_x\text{O}_{3-\delta}$, были изготовлены модельные 3-электродные ячейки с твердым электролитом $(\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1})_{0.98}\text{Ga}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_{3-\delta}$ (LSGM), защитным многофункциональным подслоем $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_{2-\delta}$ (CGO), пористыми анодами из нанокристаллического $\text{SrFe}_{0.7}\text{Mo}_x\text{O}_{3-\delta}$, и платиновыми катодом

(противоэлектродом) и электродом сравнения. Было показано, что электрохимическая активность таких анодов в среднетемпературном интервале (870-1070 К) значительно возрастает после их предварительного восстановления в водород-содержащих атмосферах и температурах от 1100 до 1150 К (Рис. 1а), которое не приводит к фазовому разложению перовскита, но обеспечивает увеличение концентрации кислородных вакансий и состояний Mo^{5+} на поверхности, вызывая рост электронной проводимости поверхностных слоев и их частичную морфологическую реконструкцию.

Исследованы процессы протекания тока в электродах ТОТЭ. Произведен расчет зависимости сопротивления электрода постоянному току как функции от геометрических и электрохимических свойств материала электрода. Построена модифицированная модель, описывающая протекание переменного тока через электрод. Показано, что полученные теоретические зависимости импеданса модельного электрода ТОТЭ от толщины хорошо согласуется с экспериментальными измерениями годографов импеданса от толщины для реальных электродов

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные структуры», Программа ОФН РАН «Физика новых материалов и структур», Программа Президиума РАН «Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов»

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

20. Исследованы фазовые превращения в нанокристаллических металлических сплавах, полученные методами интенсивной пластической деформации. Установлено, что при кручении под высоким давлением в сплавах меди с кобальтом и серебром, а также в сплавах алюминия с медью при увеличении степени деформации наступает стационарное состояние. При этом состав фаз в сплавах меди и алюминия после кручения под высоким давлением отличается от исходного. Точнее

говоря, если деформировать пересыщенный твердый раствор, то он распадается на менее пересыщенный и частицы второй фазы (Co, Ag или Al_3Mg_2). Если же в исходном состоянии образец состоит из матрицы чистого алюминия или меди и выделений второй фазы (Co, Ag или Al_3Mg_2), то вторая фаза частично растворяется в матрице. При этом в сплавах меди наблюдается т.н. эквивинальность, то есть состав фаз в стационарном состоянии при кручении под высоким давлением не зависит от исходного состояния.

РАН

Руководитель – д.ф.-м.н. Б.Б. Страумал

21. Показана принципиальная возможность получения высокотемпературных материалов с тугоплавкой матрицей и волокнами на основе силицидов и оксидов, получаемых методом внутренней кристаллизации. В частности, впервые получены композиты Mo_3Si – волокно в молибденовой матрице, испытания которых при температурах до $1350^\circ C$ показали обнадеживающие результаты. Показана также возможность защиты от окисления молибденовой матрицы, армированной иттрий-содержащим волокном.

Получены и исследованы образцы композитов с различными оксидными волокнами и хрупкими матрицами на основе $TiAl$ и Nb_3Al . Показана принципиальная возможность построения такого типа композитов с квази-пластическим поведением.

Проведены предварительные эксперименты по армированию алюминиевой матрицы углеродными нанотрубками; преодолеть, как и остальным исследователям в этой области, кластеризацию нановолокон на настоящем этапе не удалось.

РАН,

Руководитель - д.т.н. проф. С.Т. Милейко

22. Разработана методика выращивания сапфировых волокон из расплава. Изучены зависимости оптического пропускания сапфировых волокон в зависимости от скорости вытягивания, проведена оптимизация параметров выращивания волокон для световодов.

Разработана система ввода излучения в сапфировое волокно через микролинзу в форме сферы, получаемой непосредственно в процессе выращивания волокна.

Разработаны способы дозиметрии пространственного распределения плотности мощности света и флуоресцентной диагностики при лазерном облучении с сапфировым волокном биологических тканей в процессе фотодинамической терапии.

Проведен расчет пространственного распределения плотности мощности лазерного излучения внутри биологической ткани из спектрально-флуоресцентных данных, полученных с оптоволоконного зонда.

РАН

Руководитель – д.т.н. В.Н. Курлов

23. Известно, что ультратонкие монослойные плёнки на поверхности $WO_2/W(110)$ обладают плотноупакованной гексагональной структурой. Образование плотноупакованной структуры плёнки обусловлено доминирующим межмолекулярным взаимодействием. Дополнительная степень свободы при формировании элементарной ячейки кристаллической решётки плёнки связана с ориентацией молекул в пространстве. В трёхмерном кристалле фуллерита наблюдаются изменения кристаллической структуры, обусловленные вращением молекул при высоких температурах и неподвижностью при низких. Температуры структурных вращательных переходов в фуллерите и монослойной плёнке совпадают, что указывает на то, что оба эти явления обусловлены межмолекулярным взаимодействием. Эффекты взаимодействия C_{60} — подложка оказывают существенное влияние на свойства монослойных плёнок. Так ориентация плёнки на поверхности

определяется взаимодействием молекул C_{60} с поверхностью подложки. Экспериментально были обнаружены две возможные ориентации плёнки. В месте контакта двух доменов плёнки различной ориентации наблюдается малоугловая граница с углом разориентации $\sim 10^\circ$. Структуру границы удаётся представить как последовательность дислокаций, что подтверждается расчётами.

Методами сканирующей туннельной микроскопии/спектроскопии проведены исследования зарядового состояния отдельных молекул C_{60} адсорбированных на специально окисленных поверхностях $WO_2/W(110)$. Продемонстрировано, что молекулы C_{60} могут быть в двух зарядовых состояниях – электронейтральные молекулы и отрицательно заряженные. Вблизи вращательного фазового перехода обнаружено переключение молекул между этими двумя состояниями. Было проведено исследование корреляции между положением молекул C_{60} на подложке из диоксида вольфрама и переносом заряда молекулой C_{60} и получены СТМ-изображения поверхности плёнки C_{60} на $WO_2/W(110)$. В результате обработки изображений СТМ и ориентации молекул на поверхности получены данные, указывающие на то, что когда нейтрально заряженные молекулы находятся h-h связью к поверхности подложки, имеется четыре симметрично расположенные h-p связи, находящиеся в верхней или нижней части молекулы. Из-за теплового воздействия одна из этих связей может приблизиться к поверхности подложки или к игле СТМ и принять электрон.

Исследования металлокомплексов порфиринов и РЗМ (Er, Yb, Lu) методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и спектроскопии поглощения продемонстрировали, что в спектрах N1s состояний ТРР наблюдается характерная двухпиковая структура, отвечающая азоту в пиррольной группе (sp^3) и аза-группе (sp^2), а спектр N1s состояний металлопорфиринов РЗМ демонстрирует уширенный пик, отражающий малую разность энергии связи пиррольного- и аза-N. В спектрах C1s методом ФЭС наблюдался широкий пик, а проведенный

анализ пика углерода позволил выявить фотоэмиссией неэквивалентные состояния углерода в молекуле (ароматическое, пиро- и аза-). Анализ спектров валентной зоны РЗМ металлопорфиринов позволяет высказать предположение, что валентная зона исследованных порфиринов, образована π -, $\pi+\sigma$ - и σ -состояниями порфириновых макроциклов и 4f состояниями РЗМ (аналогична металлопорфиринам 3d-металлов), что подтверждается проведёнными квантово-механическими расчётами.

Продемонстрирована возможность синтеза непрерывного трехслойного покрытия графена однородной толщины на тонких пленках кубического карбида кремния SiC(001)/Si(001). С помощью сканирующей туннельной микроскопии и электронной спектроскопии показано, что однородное трехслойное графеновое покрытие на SiC(001) состоит из упорядоченной системы нанодоменов, соединенных между собой по границам раздела, ориентированным вдоль кристаллографических направлений [110] и [1-10]. Показано, что слои графена на поверхности SiC(001) обладают свойствами и электронным спектром монослойного графена.

Изучены зависимости изображений поверхности графита и трехслойного графена на кубическом карбиде кремния SiC(001) от величины туннельного промежутка при использовании ориентированных вдоль направления [111] монокристаллических алмазных и вольфрамовых зондов. Показана возможность достижения пикометрового латерального разрешения в СТМ-экспериментах с использованием ориентированных монокристаллических зондов W[111], экспериментально разрешены изменения длин углеродных связей пикометрового масштаба в решетке квазисвободного графена на SiC(001). Показана перспективность проводящих ориентированных монокристаллических алмазных зондов СТМ для анализа поверхности с атомным разрешением. Показаны преимущества проводящего алмазного зонда СТМ с доминированием электронных p-состояний на острие и определены оптимальные

параметры туннелирования в системе «алмазный зонд СТМ – поверхность графита (0001)».

Впервые была показана возможность синтезировать тонкие слои углерода на поверхности монокристаллических подложек кубической модификации карбида кремния (> 300 nm в диаметре). Атомная и электронная структура таких слоев углерода, были детально изучены методами электронной микроскопией низких энергий (LEEM), сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), дифракцией медленных электронов (ДМЭ) и фотоэлектронной спектроскопией с угловым разрешением (ARPES). Эти данные показали, что можно синтезировать непрерывное углеродное покрытие однородной толщины в диапазоне от 1 до 10 моноатомных слоев на всей поверхности подложки. При этом показано, что углеродное покрытие состоит из невзаимодействующих монослоев с физическими свойствами характерными для изолированного углеродного монослоя. В ближайшем будущем углеродные слои могут заменить кремний в интегральных схемах и стать основой нанoeлектроники. Поэтому приоритетным является синтез этих слоев высокого качества на тонких изолирующих подложках большого размера и низкой стоимости, позволяющих разработать массовое производство с последующим созданием больших интегральных схем в качестве замены кремниевой технологии.

Ранее было показано, что при осаждении CuPc на поверхность Co, когда формируется резкая без хим. взаимодействия граница раздела, можно осуществлять спин-ориентированную инжекцию в органику с эффективностью до 95%. На практике чаще необходимо осуществлять напыление Co или Fe на органику для получения инжектирующего контакта. Мы показали, что в этом случае имеет место размытие границы и сильное хим. взаимодействие, что должно ухудшать характеристики инжекции. С использованием технологии осаждения на органику металлических атомов Fe через буферный слой жидкого инертного газа Xe (условия мягкого осаждения) были сформированы идеальные

контакты магнитных переходных металлов к поверхности высокоупорядоченной ультратонкой органической пленки в условиях сверхвысокого вакуума, что позволило достигнуть высокой эффективности инъекции спин ориентированных носителей в незанятые молекулярные орбитали органического полупроводника. Таким образом, были проведены исследования с целью получения высокоэффективной инъекции спин-ориентированных электронов в органическую матрицу, необходимую для развития основанной на органических полупроводниках спинтроники.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», Программа Президиума РАН «Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов»
Руководитель - д.ф.-м.н. А.М.Ионов

П. 12. Современные проблемы радиофизики и акустики, в том числе фундаментальные основы радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных волновых явлений

24. Показано, что в слабых растворах гелия-3 в гелии – 4 коэффициент нелинейности волн второго звука пропорционален амплитуде трехволновых процессов и концентрации примеси. Увеличение концентрации примеси изменяет коэффициент нелинейности также как и повышении давления в жидкости.

Исследована неустойчивость поверхности сверхтекучего гелия, обусловленная потоком нормальной и сверхтекучей компонент под поверхностью. Показано, что в двух режимах, когда суммарный поток жидкости сохраняется в малом объеме прямоугольной ячейки или во всем объеме ампулы, в которой установлена ячейка, переход поверхности в неустойчивое состояние происходит при одинаковой мощности,

выделяемой на нагревателе, то есть неустойчивость обусловлена тепловыми потоками вблизи нагревателя. Экспериментально наблюдается возбуждение поверхности волной второго звука распространяющейся под поверхностью сверхтекучего гелия.

Экспериментально наблюдается изменение в турбулентном распределении на поверхности воды в цилиндрической ячейке после формирования искусственной щели на дисперсионной кривой поверхностных возбуждений при изменении граничных условий.

На поверхности жидкого водорода исследовано турбулентное распределение в прямоугольной ячейке. Установлено, что за формирование обратного каскада отвечают трехволновые процессы распада. При умеренных амплитудах накачки вблизи края инерционного интервала наблюдается переход от нелокального к локальному взаимодействию волн из диссипативной области с колебаниями из инерционного интервала. Предположительно, этот переход обусловлен изменениями в спектре собственных резонансных колебаний поверхности в ячейке конечных размеров.

На большом морском бассейне (MARINTEK, Trondheim, Norway) экспериментально изучено поведение гравитационных волн разной формы и интенсивности при различных относительных направлениях движения их фронтов. В том числе изучалось влияние пересечения волновых фронтов на рождение волн аномальной амплитуды.

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовые мезоскопические и неупорядоченные системы», Программа Президиума РАН «Фундаментальные проблемы нелинейной динамики в математических и физических науках»

Руководитель - д.ф.м.н. А.А. Левченко

**Научные и научно-технологические исследования и разработки,
финансируемые за счет внебюджетных источников**

1. Исследованы когерентные свойства экситонов в квантовых ямах и экситонных поляритонов в микрорезонаторах, мультистабильные переходы в поляритонной системе и законы дисперсии коллективных спиновых и магнитоплазменных возбуждений в двумерных электронных системах в полупроводниках

Ведущая научная школа НШ-6004.2012.2, 2012-2013 гг.

Руководитель: академик В.Б. Тимофеев

2. Методом DLTS измерена концентрация золота в образцах n- и p- типа и показано, что в областях с плотностью дислокаций 10^5 - 10^6 см⁻² концентрация золота на полтора-два порядка выше, чем в бездислокационных областях тех же образцов. Увеличение концентрации золота в узлах решетки кремния связано с генерацией точечных дефектов вакансионного типа при движении дислокаций в их плоскостях скольжения.

Ведущая научная школа НШ-6004.2012.2, 2012-2013 гг.

Руководитель: член-корреспондент РАН В.В.Кведер

3. Была открыта возможность управляемых сверхбыстрых переходов между состояниями бозонного конденсата с противоположными спинами. Такие переходы осуществляются на масштабе нескольких времен жизни частиц, образующих конденсат, что для поляритонов в GaAs-резонаторах составляет несколько пикосекунд, а характерный пространственный размер мультистабильной ячейки составляет несколько микрометров. Причина переходов – взаимовлияние чувствительных к спину процессов поляритон-поляритонного взаимодействия и расщепления собственных мод за счет эффекта Зеемана в магнитном поле. В результате средний спин конденсата может резко (пороговым образом) изменять знак в ходе медленного изменения интенсивности, но при постоянной поляризации

внешней оптической накачки. Такой эффект был невозможен в изучавшихся ранее оптически мультистабильных системах.

В 2013 г. была исследована динамика переходов между стационарными состояниями в магнитном поле и выполнена экспериментальная проверка сделанных предсказаний. В частности, была рассчитана динамика спиновых компонент поляритонного конденсата в условиях резонансной оптической накачки с длительностью 100 пс. Рассмотрена ситуация, когда знак круговой поляризации накачки отвечает нижнему зеемановскому уровню, а ее частота превосходит частоты каждой из поляритонных компонент. Было найдено, что спин конденсата может быстро (за 10 пс) изменять знак по достижении пороговых амплитуд возбуждения. Достижение первого порога приводит к инверсии знака круговой поляризации поляритонов по отношению к поляризации накачки. В ходе дальнейшего увеличения плотности возбуждения становится возможным второй переход, сопровождающийся повторной инверсией знака круговой поляризации.

Экспериментальная проверка выполнена путем измерения с временным разрешением интенсивности и поляризации сигнала пропускания резонатора при импульсной накачке длительностью 100 пикосекунд и магнитном поле напряженностью 6 тесла, приводящем к расщеплению собственных мод нижней поляритонной ветви на 0.12 мэВ при ширине резонанса 0.05 мэВ. Сделанные теоретические предсказания полностью подтверждены экспериментально, получено хорошее количественное согласие экспериментальных и расчетных результатов.

Грант Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-6863.2012.2

Руководитель - к.ф.м.н. С. С. Гаврилов

4. Методом гибридного акусто-микроволнового резонанса исследована дисперсия бернштейновских мод, отвечающих гибридизации магнитоплазменных колебаний с гармониками циклотронного резонанса.

Показано, что в области малых квазиимпульсов дисперсия второй бернштейновской моды имеет квадратичный характер. Установлено, что на квазиимпульсе, отвечающему обратному циклотронному радиусу, в дисперсии бернштейновской моды наблюдается ротонный минимум. Измерены масса и энергетическая щель ротонного возбуждения и проведено сравнение с теоретическими вычислениями.

Исследованы коллективные плазмон-поляритонные моды двумерных электронов, реализующиеся в копланарном резонаторе, изготовленном на поверхности образца с одиночной квантовой ямой. Показано, что в такой системе можно реализовать режим сверх сильной плазмон - фотонной связи, в котором частота гибридизации оказывается сопоставимой с частотами невозмущенных мод. Изучено влияние магнитного поля, волнового вектора, электронной плотности и построена теоретическая модель, описывающая свойства коллективных мод и их зависимости от параметров эксперимента.

РФФИ-11-02-00064

Руководитель – член-корр. РАН И.В. Кукушкин

5. Разработаны оригинальные методики мониторинга состояния равновесных и неравновесных двумерных электронных и электрон-дырочных систем в магнитном поле, основанные на резонансном рэлеевском рассеянии и резонансном отражении. Методики были изначально апробированы для мониторинга спинового состояния равновесных систем, а затем были проведены прямые исследования временной динамики релаксации электронного спина в неравновесных электронных и электрон-дырочных системах. Показано, что существующие до сих пор косвенные эксперименты по релаксации электронного спина в двумерных системах в квантующем магнитном поле давали некорректные значения времени спиновой релаксации. Из прямых измерений, проведенных в рамках настоящего проекта, показано, что время релаксации электронного спина в Холловском ферромагнетике

может достигать 150 нс, что более чем на порядок величины превышает все известные в литературе значения. Столь значительное различие в экспериментальных данных объясняется тем, что в косвенных экспериментах измерялось не время спиновой релаксации, а время сбоя фазы спинового экситона, которое существенно короче времени переворота спина. Построена теория, объясняющая экспериментальные результаты в терминах аннигиляции спиновых экситонов в неравновесной электронной системе в присутствии случайного потенциала и спин-орбитальных взаимодействий Рашбы и Дрессельхауза.

РФФИ 11-02-00356

Руководитель – д.ф.-м.н. Л.В. Кулик

6. Проведено теоретическое исследование влияния магнитного поля на свойства плоских широких сверхпроводящих контактов с сильной джозефсоновской связью и существенным подавлением параметра порядка на границе раздела. Показано, что с ростом распаривательного влияния поверхности глубина проникновения магнитного поля в контакт монотонно растет. Это приводит к значительному расширению области применимости локальной джозефсоновской электродинамики к контактам с сильно ангармоническим соотношением ток-фаза, для которых найдено существенное различие между глубиной проникновения в слабом поле и характерным размером джозефсоновского вихря. В таких контактах обнаружена немонотонная зависимость глубины проникновения и нижнего критического поля от константы джозефсоновской связи.

РФФИ 11-02-00398

Руководитель – к.ф.-м.н. Бараш Ю.С.

7. Методом закалки под давлением построена Т-Р диаграмма системы Rh-N при давлениях водорода до 9 ГПа. Установлено, что линия образования гидрида родия оканчивается в критической точке при температуре $450 \pm 30^\circ\text{C}$ и давлении водорода 4.5 ± 0.3 ГПа.

При давлении водорода 7.5 ГПа и температурах 450–540°C синтезированы образцы гидридов и дейтеридов графита и одностенных углеродных нанотрубок с составами (H,D)/C = 0.75–0.89 весом от 60 до 90 мг каждый. Образцы исследованы методом нейтронной дифракции. Наиболее существенный результат – показано, что дейтерид графита состоит из графеновых слоев, углеродные сетки которых сильно гофрированы: в пространственной группе $R\bar{6}_3mc$ смещение атомов углерода в позициях 2b из гексагональной плоскости составляет около 0.7 Å.

РФФИ № 11-02-00401

Руководитель – д.ф.-м.н. Антонов В.Е.

8. Предложен протокол квантовой криптографии, который максимально использует фундаментальные ограничения, диктуемые законами природы на измеримость квантовых состояний. Данная схема может быть использована для передачи ключей через открытое пространство как между наземными объектами, так и через низкоорбитальные спутники. Двухпроходность схемы обеспечивает большую стабильность ее работы по сравнению с однопроходными схемами. Кроме того, тот факт, что с передающей станции посылаются интенсивные сигналы и детектирование квантовых состояний происходит на той же станции, позволяет упростить оптическую систему на приемной стороне. При этом часть классического сигнала может быть использована для позиционирования.

РФФИ № 11-02-00455.

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. С.Н.Молотков

9. Приведены результаты исследования структуры и свойств многослойных композитов, состоящих из чередующихся слоев никеля и титана, никеля и алюминия, ниобия и алюминия и ниобия и кремния, титана и алюминия. Всекомпозиции получены методом диффузионной

сварки многослойных пакетов из листов толщиной более 10 мкм. Изучена структура образцов в зависимости от температуры диффузионной сварки и термообработки. Определены условия формирования интерметаллидных прослоек на границах слоев. Приведены результаты высокотемпературных испытаний механических свойств.

РФФИ 11-02-00501

Руководитель – член-корр. РАН М.И.Карпов

10. Подробно исследованы стоячие волны в нанопроволоках InAs. Показано, что возможно сосуществование стоячих волн с двумя и с тремя полупериодами. Продемонстрирована устойчивость стоячих волн в условиях нелинейного транспорта при увеличении напряжения сток-исток, также предложена экспериментальная методика, позволяющая определять момент заполнения следующей подзоны поперечного квантования в нанопроволоках InAs только линейным сканированием заряженного острия вдоль проволоки.

РФФИ 11-02-00620

Руководитель – к.ф.-м.н. А.А. Жуков

11. В результате электронномикроскопических исследований микроструктуры и микрозондового анализа элементного состава приконтактных областей стали Crofer 22 APU с защитным никелевым покрытием показано, что в зависимости от времени испытаний в условиях катодной камеры ТОТЭ особенности диффузионных профилей распределения Cr и Ni обусловлены протеканием реакции восстановления оксида никеля (NiO) хромом с образованием металлического Ni и Cr₂O₃.

Предложен механизм процесса и изучена эволюция островковой микроструктуры Cr₂O₃ в приповерхностных областях нержавеющей стали.

Проведены длительные ресурсные исследования электрического контакта между сталью Crofer 22 APU с защитным покрытием и электродом из манганита лантана-стронция. Проведено сопоставление

величин электрического сопротивления контактов с особенностями микроструктуры приконтактных областей.

РФФИ 11-02-00731

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

12. Измерены спектры комбинационного рассеяния света в нейтральных донорно-акцепторных комплексах фуллерена $\{\text{Cd}(\text{dedtc}_2)_2\}\text{C}_{70}$, $\{\text{CuSeEt}\}\text{C}_{70}$ и $\{\text{Hg}(\text{dedtc}_2)_2\}\text{C}_{60}$ при давлениях до 6–8 ГПа. Определены коэффициенты барического сдвига и особенности барической зависимости фононных частот. В $\{\text{Hg}(\text{dedtc}_2)_2\}\text{C}_{60}$ обнаружен фазовый переход при ~ 2.0 ГПа, сопровождающийся расщеплением вырожденных фононных мод и смягчением невырожденной $\text{Ag}(2)$ моды подобно тому, как это происходит при димеризации фуллерена C_{60} . Фаза высокого давления устойчива до давления 8 ГПа, а при уменьшении давления до 1.1 ГПа происходит обратный переход в исходное состояние.

Выполнены рентгеноструктурные исследования нейтральных донорно-акцепторных комплексов $\{\text{Pt}(\text{dbdte}_2)_2\}\text{C}_{60}$ и $\{\text{Cd}(\text{dedtc}_2)_2\}\text{C}_{60}$ при давлениях до 6 ГПа, определены точки фазовых переходов, а также сжимаемость в исходной фазе и в фазе высокого давления. Показано, что при фазовом переходе уменьшается сжимаемость внутри двумерных слоев фуллерена, в то время как сжимаемость перпендикулярно слоям остается неизменной.

РФФИ № 11-02-00866

Руководитель – д.ф.-м.н. К.П. Мелетов

13. Исследовано поведение свободно подвешенных пленок фоточувствительного смектического жидкого кристалла. Исследовано послойное изменение толщины плёнок при освещении. Освещение позволило контролируемым образом послойно (с дискретностью в один молекулярный слой) изменять толщину плёнок. Изучено индуцированное освещением смещение температур фазовых переходов. С использованием

дискретной теории Ландау фазовых переходов с двухкомпонентным параметром порядка проведён расчёт структуры тонких плёнок полярных смектических жидких кристаллов. Рассчитан профиль модуля и фазы параметра порядка в плёнках. Сопоставлено поведение во внешнем поле объёмных образцов и тонких плёнок смектических жидких кристаллов.

РФФИ 11-02-01028

Руководитель – к.ф.-м.н. П. В. Долганов

14. Изучено влияние спинорбитального взаимодействия носителей тока в двумерных структурах и в трехмерных металлах на отражение и пропускание электромагнитного излучения. Начато построение теории спинового резонанса в двумерных системах, содержащих парамагнитные примеси.

РФФИ 11-02-01180

Руководитель – к.ф.-м.н. В.М.Эдельштейн

15. В ближайшем будущем графеновые слои могут заменить кремний в интегральных схемах и стать основой наноэлектроники. Поэтому приоритетным является синтез графеновых слоев высокого качества на тонких изолирующих подложках большого размера и низкой стоимости, позволяющих разработать массовое производство с последующим созданием больших интегральных схем в качестве замены кремниевой технологии. Нами впервые в мире была показана возможность синтезировать графен на поверхности тонких (микронной толщины) монокристаллических пленок кубической модификации SiC, выращенных на поверхности (001) стандартных пластин кремния большого диаметра (> 300mm в диаметре). Такие пластины кремния, покрытые пленками карбида кремния, являются дешевыми и коммерчески доступными, поэтому синтез графена на такой большой поверхности представляет собой существенный шаг на пути технологического применения этого материала и совместим с массовым промышленным производством. В

качестве следующего шага атомная и электронная структура графена, синтезированного на поверхности SiC(001), были детально изучены методами электронной микроскопии низких энергий (LEEM), сканирующей туннельной микроскопии (STM), дифракции медленных электронов (LEED) и фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением (ARPES). Полученные данные показали, что можно синтезировать непрерывное покрытие графена однородной толщины в диапазоне от 1 до 10 моноатомных слоев на поверхностях SiC (001) миллиметрового размера. При этом показано, что графеновое покрытие состоит из невзаимодействующих монослоев с физическими свойствами характерными для однослойного изолированного графена. ARPES исследования демонстрируют спектр электронов типичный для изолированного монослойного графена с точкой Дирака, близкой к уровню Ферми. Однородный по толщине слой графена с латеральными размерами до нескольких миллиметров состоит из нано доменов ленточного типа (графеновые наноленты) с поперечными размерами от 5 до 20 нм, развернутых на +/- 13.5° относительно <110> - направления подложки с формированием междоменных границ, простирающихся в этом направлении. Обнаружение такой наноструктурированной пленки состоящей из нанолент представляется очень перспективным в смысле создания основанной на графене наноэлектроники, поскольку графеновые наноленты могут обладать полупроводниковыми свойствами из-за наличия запрещенной зоны, определяемой шириной ленты и расположением атомов на ее краях. Обнаружение этого свойства является важным этапом на пути создания полевого транзистора на основе графена, способного работать при 300К. Таким образом, использование дешевых SiC(001)/Si(001) пластин для изготовления графена на изолирующей подложке представляет собой реальный путь преодоления разрыва между выдающимися свойствами графена и массовым производством на его основе больших интегральных схем и тем самым

замены кремниевой технологии на графеновую в нанoeлектронике следующего поколения.

РФФИ 11-02-01253

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Ю.Аристов

16. С помощью методов электронной микроскопии высокого разрешения показана возможность воспроизводимой подготовки ориентированных монокристаллических игл $W[001]$ с пирамидкой нанометрового размера, ограниченной плоскостями $\{011\}$, на острие. Данные, полученные с помощью просвечивающей электронной микроскопии, демонстрируют, что возможное отклонение оси острия от кристаллографического направления $[001]$ в объеме монокристаллического зонда после химического травления и сверхвысоковакуумной обработки не превышает нескольких градусов. Вольфрамовые зонды, охарактеризованные с помощью электронной микроскопии, использованы для СТМ-экспериментов с пикометровым латеральным и вертикальным разрешением на поверхностях различных 2D и 3D модификаций углерода и соединений элементов IV группы. Показана корреляция между пространственным разрешением, достигаемым в эксперименте, и структурой острия зонда. Измерены зависимости СТМ-изображений поверхности $GaTe(1\ 0\ -2)$ с атомным разрешением от расстояния между зондом $W[001]$ и образцом, определены возможные причины селективной визуализации атомов теллура и галлия в СТМ-изображениях поверхности $GaTe(1\ 0\ -2)$.

РФФИ 11-02-01256

Руководитель – к.ф.-м.н. А.Н.Чайка

17. Исследована магнитолюминесценция двумерной электронной системы в одиночном гетеропереходе $Mg_xZn_{1-x}O/ZnO$ ($x=0.02$) при температуре 0.3 К в полях до 14 Т. Из осцилляций интенсивности люминесценции в

зависимости от магнитного поля определена концентрация двумерных электронов в исследуемой структуре. Методом оптического детектирования микроволнового поглощения обнаружен резонанс, отвечающий плазменным возбуждениям двумерных электронов. В магнитном поле обнаружена и исследована нижняя ветвь магнитоплазменных возбуждений, отвечающая распространению краевого магнитоплазмона в структуре с геометрией, близкой к квадрату

РФФИ 11-02-01340

Руководитель - д.ф.м.н. С.И.Губарев

18. Сравнение экспериментально измеренных времен спин-решеточной релаксации с модельными расчетами позволило определить относительную роль формирования кластеров Mn большого размера и спиновой диффузии в объяснении сильной зависимости этих времен от концентрации магнитной примеси в полумагнитных полупроводниковых II-VI материалах на примере (Zn,Mn)Se квантовых ям.

РФФИ 11-02-01351

Руководитель – к.ф.м.н. А.А.Максимов

19. Изучено влияние электрического поля на структуру полярных жидких кристаллов. Проведён расчет трансформации фазовых диаграмм с учетом близкодействующих и дальнедействующих взаимодействий. При наличии субфаз переход антисегнетоэлектрической структуры в сегнетоэлектрическую может происходить через образование промежуточных сегнетиэлектрических трехслойной и восьмислойной фаз. Исследована структура плёнок смектических жидких кристаллов, когда толщина плёнок соизмерима с трансляционным упорядочением. Определены вклады объемной и поверхностной поляризации в общую поляризацию плёнок. Изучена трансформация структур в электрическом поле с изменением типа поляризации. Исследована трансформация ядер точечных ориентационных топологических дефектов при приближении к

температуре структурной неустойчивости пленок, зависимость трансформации от топологического заряда.

РФФИ 11-02-01424

Руководитель- д.ф.-м.н. В.К. Долганов

20. Впервые экспериментально наблюдается взаимодействие переменного теплового объемного потока (волны второго звука) со свободной поверхностью сверхтекучего гелия-4 в прямоугольном контейнере. При пропускании через нагреватель переменного электрического тока, в объеме He-II возникает температурная волна, представляющая собой переменный противоток нормальной и сверхтекучей компонент жидкости. При малых мощностях, выделяемых на нагревателе, на поверхности возникает поверхностная волна на частоте волны второго звука. При повышении амплитуды накачки на поверхности возбуждается дополнительная волна на половинной частоте. Наблюдаемые особенности обусловлены движением нормальной и сверхтекучей компонент под поверхностью жидкости, которое создает переменное гидростатическое давление, возбуждающее поверхностные колебания.

Предпринята экспериментальная попытка наблюдения осцилляций зарядов, локализованных под поверхностью сверхтекучего гелия, обусловленных движением нормальной компоненты гелия в поле стоячей волны второго звука.

РФФИ 11-02-12147

Руководитель – академик И.М.Халатников

21. Исследовано явление ферромагнетизма в нанокристаллических пленках ZnO легированных железом. Проведенный анализ литературных данных подтвердил установленную ранее эмпирическую закономерность, что размер зерен, или удельная площадь границ зерен на единицу объема вещества s_{GB} , является главным фактором, определяющим

ферромагнитное поведение ZnO. В частности установлено, что оксид цинка легированный железом становится ФМ при sGB больше чем $5 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Были исследованы магнитные свойства образцов ZnO с содержанием Fe 0–40 ат. %. Образцы характеризуются намагниченностью до 0.10 emu/g и коэрцитивной силой около 0.03 Т. Намагниченность насыщения для исследованных образцов немонотонно зависит от содержания железа.

РФФИ 11-03-00029

Руководитель - к.ф.м.н. А.А.Мазилкин

22. Выбраны в качестве основного материала композиты с иттрий-содержащим волокном (монокристаллический иттрий-алюминиевый гранат и эвтектика – оксид алюминия - гранат) и молибденовая матрица. Исследованы крипостойкость и жаростойкость при температурах до 1600°C и 1350°C , соответственно.

Проведены первые эксперименты по нанесению двух типов защитных покрытий - молибдата иттрия и хрома. Получены удовлетворительные результаты по жаростойкости композитов как на спокойном воздухе, так и в продуктах сгорания керосина. Показано испытаниями композитных образцов на ползучесть при температурах до 1400°C в течение сотен часов, что такие температурно-временные условия не приводят к существенным изменениям микроструктуры материалов.

Получены первые образцы с силицидными волокнами и молибденовой матрицей и исследованы их высокотемпературные механические свойства.

РФФИ 11-03-01239

Руководитель – д.т.н. проф. С.Т. Милейко

23. Проведено исследование спинодального распада водных растворов органических красителей в процессе формирования периодической

эвтектической структуры при их кристаллизации. Экспериментально исследовано влияние на стационарный режим формирования периодической структуры концентрации компонент, температурного градиента, скорости перемещения межфазной границы и толщины слоя растворов.

РФФИ 11-03-01259

Руководитель - к.ф.м.н. А.П.Гуськов

24. Исследована спиновая релаксация в квантово-холловском ферромагнетике при $\nu=1$. Разработана методика резонансного рэлеевского рассеяния для зондирования состояния электронной системе в режиме реального времени. Этот метод позволил разделить две стадии релаксационного процесса: (i) короткую, соответствующую стохастизации в системе спиновых экситонов (спиновую дефазировку и термолизацию) и (ii) длинную, соответствующую, собственно, спиновой релаксации, т.е. процессу аннигиляции спинового экситона. Время спиновой релаксации не зависит от температуры в диапазоне 0.4-4.2, растет с ростом магнитного поля (при фиксированном значении $\nu=1$) и в полях 9-14 Т составляет 50-150 нс. Релаксация протекает экспоненциально во времени. Последнее обстоятельство является следствием пространственных флуктуаций плавного случайного потенциала, который и определяет пространственное распределение спиновых экситонов, возникающее после стадии термолизации. Экспериментальные результаты подкреплены расчетом, они вполне согласуются с теорией, основанной на модели релаксации, определяемой спин-орбитальным взаимодействием и взаимодействием экситонов с плавным случайным потенциалом. Медленная спиновая релаксация в квантово-холловском ферромагнетике может послужить основанием для создания и наблюдения в этой системе спин-экситонного конденсата.

РФФИ 12-02-00136

Руководитель - к.ф.-м.н. С.М. Дикман

25. Предлагается систематическое толкование равновесных и простейших транспортных свойств жидких электролитов, нормальных и криогенных. В основе рассмотрения вводимые феноменологические микро. характеристики отдельных заряженных кластеров: их энергии, законы дисперсии, эффективные массы разного происхождения и т.п. Подробно обсуждаются возможности экстрагирования этих параметров из экспериментальных данных, что критически важно для обоснования самой возможности статистического рассмотрения происходящего. Отмечена глубокая аналогия между статистикой электролитов и твердотельных полупроводников. В рамках статистического формализма обсуждаются детали процесса диссоциации в жидких проводящих средах. Введено понятие собственных и несобственных электролитов, дано естественное объяснение происхождению слабых и сильных электролитов, обозначены возможности учета неидеальности кулоновски взаимодействующего ансамбля частиц. Демонстрируется важная роль внешних полей в формировании условий для нахождения основных феноменологических констант теории. Обращается внимание на заметное участие внешних полей в процессе диссоциации и формировании равновесных свойств неоднородных электролитов. Обсуждаются перспективы создания и изучения свойств двумерных заряженных систем ионного происхождения, методика их образования, новые низкоразмерные эффекты и, что главное, прецизионная возможность изучать одно из основных прикладных свойств электролитов - их способность аккумулировать и трансформировать различные виды энергии: электростатическую в тепловую для собственных электролитов, либо электростатическую в химическую для несобственных заряженных растворов.

РФФИ 12-02-00229

Руководитель - д.ф.м.н. проф. В.Б.Шикин

26. За отчетный период детально изучен и осознан процесс работы интерферометра Маха-Зендера на электронах краевых каналов в режиме сильной неравновесности. Создан интерферометр типа Маха-Зендера на сильно неравновесных краевых каналах, работающий в режиме дробного квантового эффекта Холла. Оригинальный дизайн интерферометра позволил создать схему, наиболее простую для анализа, и свободную от эффектов кулоновской блокады. По сравнению с обычной реализацией интерферометров Маха-Зендера на краевых каналах, предлагаемый интерферометр не содержит внутри интерференционной петли вытравленной области. С помощью этого интерферометра обнаружены и исследованы интерференционные свойства электронов в режиме дробного квантового эффекта Холла. Исследованы эффекты кулоновской блокады при протекании тока по нанопроводу с малой электронной плотностью. С этой целью, в качестве сканирующего затвора применена проводящая игла атомно силового микроскопа. Обнаружены двойные квантовые точки, картина визуализации которых обладала рядом специфических особенностей, встречавшихся в аналогичных экспериментах и ранее. С помощью моделирования дано объяснение полученным результатам.

РФФИ 12-02-00272

Руководитель - д.ф.м.н. проф. В.Т.Долгополов

27. В рамках проекта РФФИ получены экспериментальные данные по влиянию замещения трехвалентного лантана двухвалентными ионами стронция в оксидах $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_{3-d}$ в широкой области концентраций стронция $0 < x < 1$ и влиянию температуры синтеза на структурные изменения в синтезированных соединениях.

РФФИ 12-02-00303

Руководитель - к.ф.м.н. В.Д. Седых

28. Синтезирован и исследован новый органический сверхпроводник на основе r_i - донора ET, принадлежащий семейству $(\text{ET})_4\text{A}^+[\text{MIII}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\text{G}$ (MIII – парамагнитный ион переходного металла; A^+ - катион H_3O и/или K ; G – нейтральная гостевая молекула растворителя), в котором впервые в качестве парамагнитного иона присутствует 4d элемент (Ru). В магнитных полях выше 7 Тл наблюдались осцилляции Шубникова-де Газа, из периода которых получены данные о ферми-поверхности кристалла. На образцах нового органического сверхпроводника $(\text{BETS})_2\text{Mn}[\text{N}(\text{CN})_2]_3$ измерены температурные зависимости верхнего критического поля, из которых сделан вывод о том, что при направлении поля вдоль проводящих слоев разрушение сверхпроводящего состояния определяется парамагнитным механизмом распаривания.

РФФИ 12-02-00312

Руководитель - д.ф.м.н. В.Н.Зверев

29. Реализован поляритонный лазер на основе полупроводникового (GaAs/AlAs) микрорезонатора (MP), содержащего несколько квантовых ям, работающий при гелиевых температурах. Поскольку поляритонный лазер на MP, работающий в режиме сильной связи, и лазер на MP, работающий в режиме слабой связи, имеют много одинаковых черт, особое внимание уделено доказательству того, что излучение имеет поляритонную природу. Исследованы все три возможных режима работы MP излучателя: режим некогерентного излучения поляритонов, реализующийся при плотности возбуждения, меньшей некоторой пороговой P_1 , режим поляритонного лазерного излучения в области между P_1 и P_2 и режим обычного лазера, который реализуется при $P > P_2$, когда плотность превышает критическую для ионизации экситонов. Показано, что эти три режима характеризуются качественно различными дисперсионными характеристиками в координатах энергия-импульс и поведением спектра излучения в магнитном поле. В частности, показано,

что в режиме поляритонного лазера (режим сильной связи) расщепление поляритонного состояния подавлено из-за спин-анизотропного поляритон-поляритонного взаимодействия до некоторого критического поля, B_{cr} , в котором величина взаимодействия оказывается равной величине зеемановского расщепления, и растет линейно с величиной B в полях выше B_{cr} . При этом в полях, меньших B_{cr} , излучение поляритонного лазера поляризовано эллиптически. В режиме обычного лазера, когда экситонные состояния разрушены, расщепление и эллиптическая поляризация линии излучения лазера в магнитном поле отсутствует. Порог поляритонного лазера ниже, чем для обычного лазерного режима. Режим поляритонной генерации света может быть продвинут до комнатной температуры при использовании широкозонных полупроводников.

РФФИ-12-02-00521

Руководитель – член-корр. РАН В.Д.Кулаковский

30. В течение второго года выполнения проекта были продолжены эксперименты по исследованию процессов образования нанокристаллической структуры при деформации аморфных сплавов. Исследования были связаны с: изучением характеристик полос сдвига (образование нанокристаллов при деформации происходит в окрестностях полос сдвига), определением доли нанокристаллов γ -Fe, образующихся при деформации аморфных сплавов на основе железа, и изучением влияния деформации на эволюцию структуры при последующей термообработке, определения изменения магнитных свойств при деформации и их корреляции со структурой.

В ходе выполнения поставленных задач при характеристике полос сдвига в них были оценены значения эффективного коэффициента диффузии при комнатной температуре (по кинетике роста обнаруженных в полосах сдвига пор). Показано, что величина коэффициента диффузии ($\sim 10^{-25}$ м²/с) в полосах сдвига по крайней мере на 3 порядка больше, чем в

окружающей матрице. Установлено, что коэффициент диффузии в полосе уменьшается со временем и предположено, что это уменьшение связано с исчерпанием свободного объема в участках полосы сдвига, примыкающих к порам. Показано, что доля нанокристаллов γ -Fe, образующихся при используемых параметрах деформационного воздействия, незначительна и не может существенно влиять на магнитные свойства.

Обнаружено, что ИПД сплавов $\text{Fe}_{78}\text{Si}_{13}\text{B}_9$ приводит к повышению намагниченности насыщения 40% по сравнению с аморфным состоянием. Полученное значение намагниченности насыщения превышает намагниченность насыщения коммерческих сплавов типа FINEMET.

РФФИ 12-02- 00537

Руководитель - д.ф.м.н. проф. А.С. Аронин

31. Исследован дробовой шум в двумерной системе в режиме прыжковой проводимости в нулевом магнитном поле. Обнаружено, что фактор Фано шума растет при обеднении образца и достигает Пуассоновского значения. Результат свидетельствует о наблюдении размерного эффекта, когда корреляционная длина в прыжковом изоляторе сравнивается с размером образца.

РФФИ 12-02-00573

Руководитель - к.ф.м.н. В.С.Храпай

32. На образцах твердого гелия-4, выращенных методом блокированного капилляра, получены температурные и полевые зависимости токов положительных и отрицательных зарядов. Впервые наблюдается движение инжектированных положительных зарядов в образцах твердого гелия при температуре ниже 0.1К. Показано, что ток инжектированных зарядов экспоненциально уменьшается с понижением температуры. Характерная энергия активации движения положительных зарядов приблизительно в 1.5 раз меньше энергии активации движения отрицательных зарядов.

Зависимости тока от напряжения в двойных логарифмических координатах при фиксированных температурах близки к линейным для зарядов обоих знаков, то есть являются степенной функцией. Данный факт требует проведения численных расчетов процессов прохождения зарядов под действием электрических сил в разупорядоченных образцах твердого гелия-4 с учетом присутствия в объеме образца огромного количества дефектов -ловушек зарядов, имеющих разную глубину и время захвата. Разработана новая технология изготовления холодных источников зарядов на основе нанотрубок, основанная на втирании нанотрубок в пористый металл. Проведены измерения вольтамперных характеристик плоских источников в вакууме и в сверхтекучем гелии. Показано, что заметный ток инжектированных отрицательных зарядов наблюдается при напряжениях от 250 В и выше.

РФФИ 12-02-00581

Руководитель - д.ф.м.н. А.А. Левченко

33. Исследовано микроволновое пропускание полосы двумерных электронов, помещенной на металлический прямоугольный резонатор. Установлена ультра-сильная связь между циклотронной плазменной модой и модой фотонного резонатора в режиме, когда плазменная частота много больше фотонной. Физически этот режим отвечает случаю, когда в системе возникает гибридное возбуждение: фотон "одетый" в электронное облако. Экспериментально получено, что в нулевом магнитном поле частота гибридной плазмон-фотонной моды определяется исключительно частотой фотонного резонатора и величиной перекрытия электромагнитных полей резонатора и двумерной электронной системы (ДЭС). Показано, что существующие теоретические расчеты не могут объяснить поведения новой поляритонной моды. Поляритонная магнитодисперсия измерена как функция электронной плотности в ДЭС, размеров резонатора и геометрии ДЭС. В дополнение к вышеперечисленным результатам в экспериментах была обнаружена

новая краевая поляритонная мода. Полученные экспериментальные данные могут быть использованы при создании поляритонных устройств нового поколения.

РФФИ 12-02-00590

Руководитель – к.ф.-м.н. В.М. Муравьев

34. Исследованы условия, необходимые для компенсации зеемановского спинового расщепления в бозе-газе пространственно-непрямых, диполярных экситонов (GaAs/AlGaAs квантовая яма шириной 25 нм) при накоплении их в латеральной потенциальной ловушке. Обнаружено, что величина критического магнитного поля B_c , ниже которой спиновое расщепление линии люминесценции экситона на тяжелой дырке в центре ловушки полностью скомпенсировано из-за обменного взаимодействия в плотном бозе-газе, линейно растет с экситонной концентрацией в качественном согласии с теорией. Выяснена принципиальная важность использования ловушки. Без нее, в однородном пятне фотовозбуждения, для диполярных экситонов компенсация становится неполной: величина спинового расщепления оказывается существенно меньше, чем для пространственно-прямого экситона, но заметно отличается от нуля. Эффект компенсации спинового расщепления наблюдается только в условиях нейтрального зарядового баланса – в заряженной квантовой яме подавление зеемановского расщепления отсутствует. Кроме того, исследованы свойства долгоживущих диполярных экситонов, непрямых не только в реальном, но и в импульсном пространстве (3.5 нм квантовая яма GaAs и 5 нм барьер AlAs), с временами жизни до 1 мкс. Оказалось, что и в этом случае экситонная спиновая подсистема остается неравновесной: время спиновой релаксации экситонов еще длиннее, чем время жизни. Обнаружено, что с помощью внешнего электрического поля можно управлять знаком и величиной степени циркулярной поляризации.

РФФИ 12-02-00668

Руководитель – к.ф.-м.н. А. В. Горбунов

35. За отчетный период выполнены исследования магнитных свойств нанопленок $\text{Pd}_{99}\text{Fe}_{01}$ и гибридных структур $\text{Pd}_{99}\text{Fe}_{01}\text{-Nb}$, изготовленных на оксиде кремния методом магнетронного распыления. Установлено, что при толщинах пленок от 60 до 15 нм они являются гранулированными (с размерами зерен порядка толщины пленок) фазоворасслоенными материалами. Соотношение между объемами фаз зависит от толщин пленок и величины приложенного магнитного поля. Одна из фаз идентифицирована как Pd_3Fe . Состав второй предстоит выяснить. Показано, что сложная магнитная самоорганизация пленок PdFe приводит к усилению пиннинга в ниобии и скачкообразному неоднородному проникновению потока в пленки ниобия.

Завершены исследования «эффекта памяти» в гибридных структурах сверхпроводник ниобий – ферромагнетик пермаллой, заключающемся в воспроизведении магнитной доменной структуры пермаллоя при циклическом низкотемпературном перемагничивании структур. Показано, что не только в полях выше насыщающих ферромагнетик и в полях выше поля полного проникновения в сверхпроводник память не стирается, но и при пропускании через структуры тока (силой порядка критического) память о магнитной предистории сохраняется. Установлено, что эффект имеет место только в структурах, изготовленных на основе пермаллоя с доменными границами блоховского типа, т.е. несущих перпендикулярную компоненту намагниченности. Если же в исходном материале реализуется структура с доменными границами неелевского типа, вектор намагниченности в которых разворачивался в плоскости пленок, то при перемагничивании таких структур независимо от наличия в пермаллое доменной структуры или ее отсутствия эффект памяти не возникает. Проведенные расчеты показали, что блоховский тип доменных границ в исследуемых пленках обеспечивается наличием шероховатости поверхности порядка нескольких нанометров.

Исследовано влияние спин-поляризованного тока, протекающего по полоскам Pu/Nb , на их перемагничивание. Найдены условия, при которых удается вызывать устойчивые перемещения доменных границ спин-поляризованным током. Установлено, что зависимость величины смещения магнитных доменных границ от величины тока и длительности импульсов тока носит сильно нелинейный характер. При превышении некоторого порогового значения расстояния, на которые смещаются границы, резко возрастают и при этом смещение становится линейно зависящим от силы тока. Обнаружено, что скорость смещения переднего и заднего фронтов границы различна, что при больших скоростях движения границ приводит к их трансформации в домены с намагниченностью, лежащей поперек полосы с током. По окончании импульса задний фронт границы подтягивается к переднему и домен схлопывается. При низких температурах, когда ниобий находится в сверхпроводящем состоянии, эффект выражен более ярко и домен стабилизируется.

РФФИ 12-02-00707

Руководитель - д.ф.м.н. Л.С.Успенская

36. Проведены структурные и калориметрические исследования исходно монокристаллических образцов $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$, подвергнутых термобарическим обработкам. Найдено, что после обработки при $P = 9$ ГПа и комнатной температуре образец из прозрачного становится желтым и переходит в структурно неоднородное состояние: бóльшая часть образца (~95%) становится рентгеноаморфной, а небольшая (менее 5%) часть представляет собой одинаковым образом ориентированные нанокристаллические домены со структурой фазы высокого давления. При последующем нагреве в калориметре образец переходил в исходное монокристаллическое состояние при $T \approx 550^\circ\text{C}$ с выделением тепла ~25 кДж/моль. После термобарической обработки при $P=7$ ГПа и $T=300^\circ\text{C}$ образцы $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$ становились черными, а доля кристаллических

доменов в аморфной матрице не превышала 1%. Кристаллизация таких образцов происходила при более высокой температуре 594°C и сопровождалась бóльшим тепловым эффектом ~32 кДж/моль. Образец не возвращался в монокристаллическое состояние и становился двухфазным. У одной из фаз была исходная орторомбическая структура, а вторая фаза имела сложную модулированную структуру, которая анализируется нами в настоящее время.

РФФИ 12-02-00716

Руководитель – к.ф.-м.н. Сеницын В.В.

37. Предсказано, что в неоднородном сверхпроводящем состоянии Ларкина-Овчинникова-Фулде-Феррела (FFLO) может находиться новый класс систем - гетероструктуры сверхпроводник/нормальный металл в неравновесных условиях. В отличие от стандартного случая здесь совсем не требуется наличия зеемановского взаимодействия или обменного поля в системе. В этом классе систем FFLO состояние реализуется в том числе и вблизи критической температуры, что является нетипичным, т.к. традиционное FFLO состояние в объемных системах - всегда низкотемпературная фаза. В рассматриваемой системе существует управляющий параметр - напряжение, который позволяет контролировать FFLO состояние и может легко меняться экспериментально. Обсуждается возможность экспериментального наблюдения FFLO состояния по нетривиальному температурному поведению линейного отклика на внешнее магнитное поле вблизи критической температуры. По этим результатам опубликована работа: Bobkova I.V. and A.M. Bobkov, "In-plane Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov instability in a superconductor-normal metal bilayer system under nonequilibrium quasiparticle distribution", Phys. Rev. B 88, 174502 (2013). Оценена длина зарядовой релаксации квазичастиц и объяснена ее температурная зависимость в экспериментах по наблюдению нелокального сверхтока в мезоскопических планарных SNS контактах в неравновесных условиях, когда в один из

сверхпроводящих берегов производилась инжекция нормальных носителей через дополнительные нормальные электроды.

РФФИ 12-02-00723

Руководитель - к.ф.м.н. Бобкова И.В.

38. Подробно экспериментально изучена когерентная спиновая динамика высокоподвижного ($\mu \sim 5 \cdot 10^6 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{сек})$) квазидвумерного электронного газа в GaAs квантовой яме в режиме целочисленного квантового эффекта Холла. Измерения проводились с помощью время-разрешенного магнито-оптического эффекта Керра при $T \sim 2\text{К}$ и магнитном поле до 6Тл. Обнаружено, что:

- время спиновой дефазировки электронов максимально при нечетных факторах заполнения $\nu = 3$ и $\nu = 1$;
- поведение времени спиновой дефазировки электронов немонотонно вблизи нечетных факторов заполнения $\nu = 3$ и $\nu = 1$;
- время спиновой дефазировки электронов на верхнем спиновом подуровне Ландау существенно короче (в несколько раз) чем время спиновой дефазировки электронов на нижнем спиновом подуровне Ландау и не чувствительно к фактору заполнения;

РФФИ 12-02-00796

Руководитель - к.ф.м.н. А.В.Ларионов

39. Исследован эффект экранировки поверхностной акустической волны вследствие синего сдвига энергии поляритонного конденсата в условиях резонансно-оптического возбуждения. Установлено, что экранировка акустической волны возникает пороговым образом в зависимости от мощности оптической накачки. Детально исследован случай фотовозбуждения вблизи точки перегиба дисперсионной кривой невозмущенных поляритонов. Найдено, в частности, что ниже порога дисперсия имеет бриллюэновскую структуру, определяющуюся

пространственной модуляцией частоты экситона под действием акустической волны, а фотовозбуждаемая мода обнаруживает дифракцию на периодическом потенциале. Достижение порога приводит к резкому росту интенсивности возбуждаемой моды в областях бистабильности и межмодовому поляритон-поляритонному рассеянию. Модуляция частоты экситона частично экранируется, вследствие чего уменьшаются как расщепление энергетических зон, так и интенсивность дифракции возбуждаемой моды. Полученные результаты обнаруживают хорошее качественное согласие с результатами эксперимента. Теоретические и экспериментальные результаты опубликованы в статье [Krizhanovskii D. N., E. A. Cerda-Mendez, S. S. Gavrilov, D. Sarkar, K. Guda, R. Bradley, P. V. Santos, R. Hey, K. Biermann, M. Sich, F. Frasn, and M. S. Skolnick. Effect of polariton-polariton interactions on the excitation spectrum of a nonequilibrium condensate in a periodic potential. *Phys. Rev. B*, 87, 155423 (2013)].

Теоретический подход, развитый для описания свойств поляритонной системы с учетом экситонной нелинейности в условиях возбуждения поверхностных акустических волн, был также обобщен на случай спинорной системы с учетом возможности резонансной оптической накачки с произвольной поляризацией. Изучены поляризационные (спиновые) свойства поляритонной системы. С одной стороны, экситон-экситонное взаимодействие является спин-анизотропным, и потому в условиях эллиптически поляризованной накачки переходы с изменением интенсивности сопровождаются скачками поляризации сигналов пропускания или люминесценции. С другой стороны, при возбуждении поверхностных акустических волн такие переходы осуществляются локально в зависимости от точки образца одновременно с изменением пространственного распределения сигнала "в целом". В результате возникают неравновесные пространственные структуры в распределении поляризации сигнала. Данная возможность подтверждена экспериментально в условиях статической модуляции

энергии поляритона за счет пространственной неоднородности активного слоя микрорезонатора.

РФФИ 12-02-00799

Руководитель - к.ф.м.н. С. С. Гаврилов

40. В алмазных наковальнях бесконтактным методом в условиях, близких к гидростатическим, изучено поведение температуры T_c сверхпроводящего перехода кристаллического кремния до давления 28 ГПа. Для проверки воспроизводимости и надежности полученных результатов проведено 2 цикла последовательного повышения и понижения давления. Величина T_c образца аморфного кремния измерена в 2 циклах при повышении давления до 15.5 ГПа. Установлено, что в интервале давлений 14–16 ГПа аморфный Si переходит в сверхпроводящее состояние при более высоких температурах, чем кристаллическая фаза Si высокого давления, причем различие в значениях T_c лежит за пределами ошибки измерений. Наличие сверхпроводимости свидетельствует о металлизации фазы высокого давления аморфного кремния.

РФФИ 12-02-00847

Руководитель – д.ф.-м.н. Баркалов О.И.

41. С целью определения модулированной структуры проведено рентгендифракционное исследование кристаллов низкоразмерного органического проводника κ -(BEDT-TSF)₂Mn[N(CN)₂]₃. Показано, что интенсивность сателлитных дифракционных отражений составляет 1% от основных отражений и достигает насыщения при температуре ниже 85 К. Это требует получение экспериментальных данных на синхротроне, что планируется выполнить в следующем году. Рентгендифракционные эксперименты на кристаллах квазидвумерного органического металла β -(BEDT-TTF)₂I₃ дали возможность обнаружить существование новой

несоразмерной фазы. Эта фаза образуется при длительной выдержке (порядка 6 часов) при температуре ниже 130 К.

РФФИ 12-02-00869

Руководитель – к.ф.м.н. С.В. Симонов

42. Методом закалки под давлением до температуры жидкого азота впервые построена изотерма растворимости водорода в кристаллической фазе SiO_2 , кристобалите, при $T = 250^\circ\text{C}$ и давлениях водорода от 1.4 до 9 ГПа. Установлено, что молярное отношение $X = \text{H}_2/\text{SiO}_2$ возрастает с давлением и достигает величины $X \sim 0.1$ при $P = 7.5\text{--}9$ ГПа. Это значение примерно в пять раз меньше, чем в аморфной фазе SiO_2 – кварцевом стекле при тех же условиях. Изучение образца $\text{SiO}_2\text{-H}_2$ с $X = 0.122$ методом комбинационного рассеяния света позволило сделать вывод, что в структуре кристобалита водород содержится в виде молекул и занимает один тип полостей. Рентгенографическое исследование показало, что внедрение молекулы водорода в полости кристаллической структуры кристобалита сопровождается увеличением его объема примерно на 5 \AA^3 .

РФФИ № 12-02-00871

Руководитель – к.ф.-м.н. В.С.Ефимченко

43. Была исследована микроструктура поликристаллических сплавов титана с 2, 4 вес. % кобальтом, 2, 3 вес. % медью и 1, 2, 3 вес. % никелем (с 1 вес. % железа). Проведены серии длительные изотермические отжигов этих сплавов в интервале температур от 600 до 880°C (в вакууме). Были построены температурные зависимости для доли смоченных границ зерен и среднего контактного угла. Результаты микроструктурных исследований показали, что сильное влияние на зернограничный фазовый переход смачивания оказывает второй компонент и его концентрация. Проводились исследования титановых сплавов, после интенсивной пластической деформации, которые

показали, что во всех исследованных образцах присутствует фаза высокого давления (омега). Было обнаружено, что в сплавах титан-ниобий даже в исходных образцах присутствует данная фаза. Проведено сравнительное изучение крупнокристаллических и нанокристаллических сплавов титан-железо методом дифференциальной сканирующей калориметрии, и обнаружено согласие между зарождением и распадом фаз.

РФФИ 12-03-00894

Руководитель – к.ф.-м.н. А.С. Горнакова

44. За счет замены тиглей из Al_2O_3 на ZrO_2 исчезло образование примесей оксидов $YBaCuAlO$ и $YPtBaCuAlO$ и увеличена длительность процесса электролиза при отсутствии примесей Zr в электродных осадках и расплаве. Исследована доменная структура тетра- и орто-фаз $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. Обнаружено сохранение доменной структуры тетра-фазы при превращении ее в орто-фазу в процессе насыщения кислородом. Выдвинуто предположение об отсутствии влияния содержания кислорода на природу доменной структуры оксида 123 и особой роли катионной нестехиометрии этого оксида, обусловленной сосуществованием оксидов гомологического ряда $Y_nBa_mCu_{m+n}O_y$, формирующихся в расплаве и наследуемых растущим кристаллом.

Исследована доменная структура тетра- и орто-фаз $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ (123). Обнаружено сохранение доменной структуры тетра-фазы при превращении ее в орто-фазу в процессе насыщения кислородом. Выдвинуто предположение об отсутствии влияния содержания кислорода на природу доменной структуры оксида 123 и особой роли катионной нестехиометрии этого оксида, обусловленной сосуществованием оксидов гомологического ряда $Y_nBa_mCu_{m+n}O_y$, формирующихся в расплаве и наследуемых растущим кристаллом.

РФФИ 12-02-01009

Руководитель - д.ф.м.н. М.Р.Трунин

45. В рамках данного проекта проводилось исследование неупругих процессов в наноструктурах на основе полупроводниковой гетероструктуры GaAs/AlGaAs. В системе двух противоположно направленных краевых каналов, реализованных в режиме квантового эффекта Холла при факторе заполнения 1, изучалась передача энергии между каналами. Впервые предложен способ количественной оценки переданной энергии. Проведены исследования релаксации энергии в краевых каналах противоположной киральности в достаточно широком интервале температур. Обнаружено снижение эффективности передачи энергии по мере роста температуры. Уменьшение напряжения на центральном затворе, делящим структуру на две гальванически изолированные друг от друга области, также отрицательно сказывается на энергетической релаксации. Данные наблюдения говорят в пользу кулоновского механизма рассеяния между электронами противоположно направленных краевых каналов. Исследование зависимости эффективности передачи энергии из неравновесного канала в соседний от длины области взаимодействия указывает на то, что основной причиной релаксации энергии в такой системе является рассеяние коллективных возбуждений - плазмонов на границах этой области взаимодействия.

Исследование температурной зависимости сопротивления двумерного Шарвиновского контакта показало уменьшение сопротивления на 10-20% по мере повышения температуры в пределах гелиевых температур. Данный эффект подавляется малым магнитным полем. Полученные для разных ширин контакта данные поддаются однопараметрическому скейлингу. Результаты служат подтверждением наличия вклада электрон-электронного рассеяния в сопротивление баллистического Шарвиновского контакта.

Исследование дробового шума в классическом точечном контакте показало наличие квадратичного по напряжению вклада в шум, подавляемого магнитным полем. Величина вклада неплохо согласуется с

предсказанной в теоретических работах. Подавление этого вклада магнитным полем указывает на то, что причиной его возникновения является электрон-электронное рассеяние вдали от контакта.

РФФИ 12-02-31404

Руководитель - к.ф.м.н. М.Г.Прокудина

46. В рамках проекта проведены измерения с пространственным разрешением 4 мкм и временным - 6 пикосекунд интенсивности пропускания системы экситонных поляритонов в анизотропном полупроводниковом планарном микрорезонаторе при резонансном фотовозбуждении лазерными импульсами длительностью 70 пс при нормальном падении. Расщепление между линейно поляризованными ортогональными состояниями нижней поляритонной ветви (НПВ) составляло 0.05 мэВ, ширина резонанса 0.1 мэВ, средняя амплитуда пространственных флуктуаций энергии дна НПВ 0.14 мэВ, их характерный масштаб - 10 мкм. Поляризация накачки близка к поляризации верхнего отщепленного состояния НПВ, степень циркулярной поляризации накачки 5%, пиковая плотность 750 кВт/см², диаметр возбуждаемой области 60 мкм.

При отстройке энергии накачки от средней энергии резонанса в возбуждаемой области, равной или большей +0.35 мэВ, интенсивность пропускания микрорезонатора пропорциональна интенсивности накачки в заданный момент времени. Однако при отстройке +0.3 мэВ рост интенсивности накачки вызывает неравновесный переход из состояния с низкой плотностью поляритонов в состояние с высокой плотностью, происходящий не только в максимумах потенциала, но и в его минимумах, где энергия резонанса на 0.14 мэВ ниже. При этом резкий рост интенсивности и переключение поляризации накачки происходит так же, как и в однородной системе. При этом резкий рост плотности в максимумах случайного потенциала происходит на 20 пс раньше, чем в его минимумах, однако переключение из состояния с линейной

поляризацией в состояние с циркулярной поляризацией происходит одновременно во всей системе. Такое поведение системы объясняется тем, что неравновесный переход в минимумах потенциала инициируется потоком поляритонов из его максимумов. Наблюдаемые переключения пространственных распределений плотности и поляризации хорошо воспроизводятся в рамках вычислительной модели на основе уравнений Гросса-Питаевского. Обнаруженный эффект должен играть важную роль в динамике поляритонной системы при резонансном фотовозбуждении в условиях достаточно высокой добротности микрорезонатора либо специально сконструированных неоднородностей потенциала (например, при возбуждении поверхностных акустических волн).

РФФИ 12-02-31346

Руководитель — А. В. Секретенко

47. Исследованы характеристики композитов из органических полимеров (полистирола, коллагена, лигнина) и оксидных наночастиц (фторидов лютеция и гадолиния, двуокиси кремния, титанатов бария и свинца). С помощью сопоставительного анализа указанных свойств получены данные о сходствах и различиях в характере межатомных связей в интерфейсах исследованных композитов. В композитах из сегнетоэлектрических аночастиц (титанаты бария и свинца) и коллагена, в структуре которого важную роль играют электрически полярные аминокислоты, определяющее значение принадлежит электростатическим взаимодействиям типа диполь-дипольных. Так как кулоновский потенциал диполей распространяется на расстояния, сопоставимые с размерами компонентов данных композитов, структурные изменения при их формировании охватывают значительную часть объема, что проявляется в заметных изменениях картин рентгеновской дифракции. С другой стороны, во взаимодействиях лигнина и двуокиси кремния определяющую роль играют короткодействующие водородные связи, что достаточно для формирования квазипериодической морфологии и

повышения механической прочности этих композитов, но их внутреннюю атомно-молекулярную структуру заметным образом не изменяет. Поэтому картина рентгеновской дифракции в этом случае представляет собой сумму картин исходных компонентов. Композиты из лигнина и наночастиц, содержащих редкоземельные элементы (гадолиний и лютеций) занимают по этой классификации промежуточное положение: картина рентгеновской дифракции лигнина сильно изменяется: из аморфной она становится кристаллоподобной. В то же время рентгенодифракционные спектры наночастиц заметных изменений не проявляют. Это позволяет предположить, что устойчивость исходной аморфной структуры лигнина оказывается значительно ниже по сравнению с устойчивостью кристаллической структуры оксифторидов лютеция и гадолиния

РФФИ 12-02-31693-мол

Руководитель - к.ф.м.н. О.А. Шахрай

48. Методом нестационарной спектроскопии глубоких уровней обнаружены и изучены глубокие центры, возникающие в процессе гидрофильного соединения разориентированных пластин Si(001) n-типа. Установлено, что концентрация обнаруженных глубоких центров зависит от угла разориентации пластин Si. Установлено также, что данные глубокие уровни связаны с наблюдаемыми методом просвечивающей электронной микроскопии дислокационными структурами, представляющими собой ортогональную сетку винтовых дислокаций и систему зигзагообразных смешанных дислокаций. Наблюдаемые дислокационные структуры являются источником интенсивной люминесценции, форма спектра и интегральная интенсивность которой сильно зависят от угла поворотной разориентации пластин Si. Предположено, что обнаруженные глубокие центры на дислокациях могут давать определенный вклад в наблюдаемое поведение дислокационной люминесценции. Проведенные исследования методом

измерения тока, индуцированного световым пучком в таких структурах не выявили зависимости пространственного распределения диффузионной длины неосновных носителей от угла разориентации кремниевых пластин.

РФФИ 12-02-31771

Руководитель – к.ф.-м.н. А.Н.Терещенко

49. Исследовано влияние обработки с помощью шариковой обкатки на структуру и свойства поверхностей поликристаллических меди и алюминия. Обнаружено, что, в зависимости от условий обработки (линейная скорость обкатки, диаметр шарика, сила прижима), реализуются два разных сценария деформационного воздействия, приводящие к существенно отличающемуся характеру морфологии поверхности. Предполагается, что определяющим фактором, влияющим на морфологию и структуру получаемой поверхности, является процесс динамической рекристаллизации. Косвенным подтверждением этого может служить явление уменьшения ширины линий рентгеновской дифракции после такой механообработки поверхности по сравнению с наблюдаемыми в исходном состоянии, а также характер изменения модуля сдвига обработанных образцов в процессе их изохронного нагрева.

РФФИ 12-02-31755 мол_а

Руководитель – к.ф.м.н. Е.Л. Колыванов

50. Приготовлены высококачественные образцы одномерных и трехмерных жидкокристаллических фотонных кристаллов и фотонных кристаллов на основе прямого и инвертированного опала. С использованием различных наполнителей в прямом и инвертированном опале осуществлена перестройка положения фотонной запрещенной зоны в широком диапазоне длин волн. Измерены спектры дифракции, пропускания и вращения плоскости поляризации света в

жидкокристаллических фотонных кристаллах. В спектрах вращения плоскости поляризации света наблюдались особенности, предсказывавшиеся теорией, но экспериментально ранее не наблюдавшиеся. Для описания оптических свойств фотонного кристалла использован подход, основанный на уравнениях Максвелла и соотношениях Крамерса-Кронига. Изучена зависимость спектров дифракции от температуры

РФФИ 12-02-33124

Руководитель – к.ф.-м.н. П. В. Долганов

51. Установлено, что ультразвуковая обработка водных суспензий из оксидных наночастиц (двуокиси кремния, титанатов бария и свинца) и биополимеров лигнина и коллагена существенно улучшает степень оптической прозрачности формируемых в этом процессе композитов, что объясняется значительным ускорением образования структур с абсолютным минимумом внутренней энергии при акустическом воздействии. Это, в свою очередь, определяется тем, что при знакопеременных деформациях, индуцируемых в обрабатываемых материалах акустическими колебаниями, энергетические барьеры в метастабильных минимумах энергии, у которых задерживаются молекулы и наночастицы, в определенные моменты времени понижаются, что приводит к значительному ускорению преодоления этих барьеров.

РФФИ 12-02-90015-бел

Руководитель - к.ф.м.н. Н.В. Классен

52. Методом СТМ/СТС осуществлено прямое наблюдение джозефсоновских вихрей в неоднородной островковой структуре островков свинца на поверхности Si(111)7×7. Проведены модельные расчеты образования двумерных дефектов при росте массивных островков свинца. Показано, что экспериментально наблюдавшееся расслоение островков свинца обусловлено образованием двойниковых

границ. Исследована вихревая структура монокристаллов $\text{Bi}_2(\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x)_2\text{CuO}_y$ методом декорирования магнитными наночастицами. Наблюдены вихревые структуры с цепочками вихрей, расстояние между которыми c_y определяется горизонтальной (плоскостной) компонентой магнитного поля H_y и параметром анизотропии γ . Проведено обобщение предложенного ранее вероятностного подхода к решению уравнений Ричардсона для описания сверхпроводников с низкой концентрацией носителей на случай, когда некоторые из энергетических величин населяют ось вещественных величин. Выявлено существование электронно-дырочной симметрии непосредственно в вероятностном подходе. Проведено сравнение многочастичных функций Ричардсона и вариационной функции теории Бардина-Купера-Шриффера. В рамках вероятностного подхода разработан новый метод расчета, основанный на использовании бета функций Эйлера, который обладает рядом преимуществ по сравнению с использовавшимся ранее способом.

РФФИ 12-02-91055

Руководитель - к.ф.м.н. С.И.Божко

53. Изучена температурная динамика поведения бициклооктанового (BCO) ротора в двух новых роторных молекулах. Фазовые переходы обнаружены в обоих соединениях при разной температуре (105 и 145К). При переходе симметрия кристаллов не меняется, но наблюдается кратное увеличение объема элементарной ячейки и резкое изменение параметров решетки. Установлено, что структурные переходы связаны с упорядочением роторной части и сопровождаются скачком на температурной зависимости времени протонной спин-решеточной релаксации (^1H ЯМР), что свидетельствует о резком замедлении вращения ротора ниже температуры фазового перехода.

Исследованы структуры и свойства кристаллов на основе новых молекул, сочетающих донор электронов тетрагидрофульвален (ТТФ) и акцептор электронов терпиридин (Тру). Комплексы этих молекул с

переходными металлами формируются путем координации трех атомов азота Тру-фрагмента к иону Zn(II) (нейтральный комплекс) или Ni(II) (катионный комплекс). Оба комплекса имеют слоистую структуру, в которой слои Тру чередуются со слоями ТТФ, и являются хорошими кандидатами для получения проводящих катион-радикальных солей.

Исследована серия проводников семейства κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]X с разным соотношением X = Cl_nBr_{1-n}, свойства которых лежат на границе сверхпроводник – Моттовский диэлектрик и зависят от анионного состава. Точное соотношение Cl/Br определялось с помощью уточнения структуры по монокристалльным дифракционным данным. Показано, что эффект Нернста является хорошим инструментом для детектирования сверхпроводящих флуктуаций в этих кристаллах.

РФФИ 12-03-91059

Руководитель - к.ф.м.н. Зорина Л.В.

54. Были продолжены систематические испытания на ползучесть при растяжении и изгибе и получены экспериментальные подтверждения надёжности характеристик ползучести, получаемых экспресс-методом, в качестве исходных данных для проектирования высокотемпературных композитов. Испытания проводились на оксид-никелевых и оксид-молибденовых композитах при температурах от 1150°С до 1600°С.

Исследованиями влияния неоднородности упаковки волокон в оксид-никелевых жаропрочных композитах на кратковременную прочность и ползучесть композитов установлено, во-первых, что зависимости кратковременной прочности от объёмного содержания волокна следуют модели поведения, разработанной в лаборатории ранее для случая композитов типа боро-алюминия, и во-вторых, - в случае прочной связи волокна и матрицы, сопротивление ползучести композита практически не зависит от укладки волокна в поперечном сечении (второй результат был предварительно сформулирован в результатах 2012г.).

Развитая ранее модель поведения композитов в условиях циклического нагружения уточнена с учетом разрушающейся под действием знакопеременных касательных напряжений на границе раздела в процессе термоциклирования.

РФФИ 12-08-00910

Руководитель - к.т.н. В.М. Кийко

55. В полевых транзисторах с квази-двумерной электронной системой в широкой квантовой яме GaAs выполнены исследования генезиса квантовых осцилляций и индуцированных микроволновым излучением осцилляций магнетосопротивления при плавном изменении плотности электронов. Наблюдены биения индуцированных излучением осцилляций при заполнении двух слоев заряда в яме.

РФФИ 13-02-00015

Руководитель – д.ф-м.н. Дорожкин С.И.

56. Исследован транспорт заряда через интерфейс между краем двумерной электронной системы в узкой квантовой яме InGaAs, характеризующейся сильным спин-орбитальным взаимодействием типа Рашбы, и металлом с макроскопическим параметром порядка – сверхпроводником (Nb либо NbN). Мы обнаружили подавление Андреевского отражения на интерфейсе при сверхнизких температурах (менее 300 мК) и малых напряжениях смещения. Анализ магнетополевых и температурных зависимостей позволяет однозначно интерпретировать данное подавление как результат спин-орбитального взаимодействия в двумерной системе. Так же, в области параметров, соответствующих необходимым для реализации топологической сверхпроводимости, экспериментально обнаружен пик в проводимости интерфейса при нулевых напряжениях смещения.

РФФИ 13-02-00065

Руководитель - д.ф.м.н. Э.В. Девятков

57. Как известно, основное состояние двумерной электронной системы в режиме дробного квантового эффекта Холла демонстрирует квантовый фазовый переход, связанный с изменением направления проекции спина у электронов. За отчетный период этот фазовый переход исследован экспериментально. Показано, что положение перехода в магнитном поле зависит от толщины двумерного электронного слоя: с ростом толщины слоя поле перехода заметно падает. Этот экспериментальный факт несомненно демонстрирует, что переход между состояниями с различной поляризацией по спину является результатом конкуренции между энергией Кулона в двумерной электронной системе и энергией Зеемана. Продемонстрировано, что обе энергии зависят от толщины двумерной электронной системы. Наблюдаемый относительный сдвиг перехода удается описать без подгоночных параметров.

Исследовано сопротивление и электромагнитные шумы перколяционной сетки в режиме прыжковой проводимости вблизи перехода металл-диэлектрик в двумерной электронной системе. Экспериментально обнаружено, что при низких температурах с увеличением сопротивления образца измеряемый дробовой шум становится близким к пуассоновской статистике.

Исследовано распределение токов в проволоке InAs с одним туннельным барьером с помощью сканирующего затвора, в качестве которого использована проводящая игла атомно-силового микроскопа. Обнаружено, что токовые пути электронов в районе туннельного барьера меняются резко при воздействии сканирующего затвора, тогда как токовые пути внутри квантовых точек практически не изменяются. Полученные результаты подтверждаются модельными расчетами.

РФФИ 13-02-00095

Руководитель – д.ф.-м.н. А.А. Шашкин

58. Проанализированы особенности магнитоэкситонов в двумерных хиральных структурах - однослойном и двуслойном графене. Рассмотрена теория магнитоэкситонов - электронных возбуждений, соответствующих переходам между уровнями Ландау, для случая сильного магнитного поля. Для различных целочисленных факторов заполнения исследовано влияние особенностей зонной структуры и внешних полей на энергию магнитоэкситонов кулоновского взаимодействия.

РФФИ 13-02-00123

Руководитель - к.ф.м.н. В.Е. Бисти

59. Исследована эволюция структуры аморфной фазы в пределах аморфного состояния и на ранних стадиях кристаллизации с целью выяснения вопроса, всегда ли образованию нанокристаллической структуры предшествует расслоение. В течение первого года выполнения проекта была изучена возможность получения неоднородного аморфного состояния непосредственно после закалки. Было показано, что двухфазная аморфная структура может быть создана путем изменения условий получения аморфного сплава (уменьшением длины теплового контакта во время закалки). Определены области термической стабильности аморфной фазы в металлических стеклах систем Al-Ni-Gd и Al-Ni-La, определены температуры и энтальпии каждой стадии превращения из аморфного состояния в кристаллические. Показано, что многократная прокатка металлического стекла системы Al-Ni-Gd также, как и металлического стекла системы Al-Ni-Y, приводит к перераспределению компонентов в аморфной фазе и образованию областей, различающихся по составу и характеризующихся разными значениями радиуса первой координационной сферы.

РФФИ 13-02-00232

Руководитель – к.ф.-м.н. Г.Е.Абросимова

60. Проведены исследования тензора g-фактора в квантовых ямах на основе GaAs/AlGaAs с различной шириной и концентрацией алюминия в барьере. Непосредственно измерена ширина запрещённой зоны с помощью методики фотолюминесценции. Изучены корреляции зависимостей главных значений тензора g-фактора с шириной запрещённой зоны.

РФФИ 13-02-00236

Руководитель – к.ф.м.н. Ю.А. Нефёдов

61. Проведены экспериментальные исследования когерентной динамики решетки висмута при гелиевой температуре и сильном и слабом возбуждении для различных геометрий возбуждения (поляризация накачки вдоль и перпендикулярно тригональной оси кристалла) и при варьировании размера зондирования возбуждаемой области. Установлены роли пространственной неоднородности и анизотропии электронного спектра в реализации жесткости фазы и явления коллапса-возрождения когерентных полносимметричных фононов большой амплитуды. В частности, показано: 1) жесткость фазы отсутствует при гелиевой температуре и возбуждении сверхкороткими лазерными импульсами, поляризованными перпендикулярно тригональной оси. 2) коллапсы и возрождения амплитуды когерентных полносимметричных фононов висмута зависят от пространственной неоднородности возбуждения, исчезая для однородного возбуждения. При этом основной вклад дает горизонтальная (lateral) неоднородность, обусловленная гауссовым распределением интенсивности импульса накачки. Другие аномалии когерентной динамики решетки для случая больших атомных смещений (биэкспоненциальный и степенной распад, чирп частоты) остаются и при горизонтально однородном возбуждении. 3) Показано, что при слабом возбуждении и гелиевой температуре когерентный контроль позволяет менять амплитуду, но не время жизни полносимметричных фононов в

висмуте.

РФФИ 13-02-00263

Руководитель - д.ф.м.н. О.В.Мисочко

62. Проведены эксперименты по изучению волновой турбулентности на поверхности сверхтекучего гелия в цилиндрической ячейке и жидкого водорода в квадратной ячейке. Обнаружена генерация субгармоник в турбулентном спектре на поверхности сверхтекучего гелия в цилиндрической ячейке. Наблюдено, что на поверхности жидкого водорода в квадратной ячейке при некоторых частотах накачки в турбулентном спектре кроме волн прямого каскада наблюдаются гармоники на частотах ниже частоты накачки.

РФФИ 13-02-00329

Руководитель - к.ф.м.н. Л.В.Абдурахимов

63. Методом измерения магнитного крутящего момента исследована анизотропия намагниченности органических металлов k -(BETS)₂Mn_{0.87}Co_{0.13}[N(CN)₂]₃, β -(BEDT-TTF)₂Mn[N(CN)₂]₃ и k -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl. Определены направления главных магнитных осей исследованных соединений. Доказано, что характерная особенность типа «ступенька» на полевой зависимости крутящего момента в k -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl и k -(BETS)₂Mn_{1-x}Co_x[N(CN)₂]₃ соответствует переходу «спин-флоп» в антиферромагнитно-упорядоченной системе π -электронов. Обнаружены свидетельства наличия спонтанного магнетизма π -электронов в соединении β -(BEDT-TTF)₂Mn[N(CN)₂]₃.

РФФИ 13-02-00350

Руководитель — к.ф.м.н. О.М.Вяселев.

64. Исследовалась двумерная электронная система вблизи нечетных факторов заполнения, в режиме холловского ферромагнетика со

спиновыми дефектами. Методом неупругого рассеяния света были обнаружены новые низкоэнергетические щелевые спиновые возбуждения вблизи факторов заполнения 1, 3. Показано, что спектр возбуждений не претерпевает изменений при изменении числа эффективных перевернутых спинов от 0 до 3. На основании выполненных исследований было выдвинуто предположение о том, что основным состоянием системы является спин-текстурная жидкость. Показано что ветви возбуждений ведут себя подобно циклотронным возбуждениям в эффективном поле пропорциональном концентрации спиновых текстур спин-текстурной жидкости. "Эффективная масса" коллективных спиновых возбуждений определяется степенью поляризации электронной системы и величиной обменного взаимодействия. Спин-текстурные возбуждения взаимодействуют со спиновым экситоном, что приводит к энергетическому расталкиванию (антикроссингу) соответствующих ветвей возбуждений. Показано, что существующие теории невзаимодействующей спин-текстурной жидкости не дают корректного описания измеренного спектра коллективных возбуждений. Методом время разрешенного эффекта Керра были измерены величины спин-орбитального расщепления Рашбы и Дрессельхауза для различных концентраций двумерных электронов. Знание этих величин позволяет уменьшить число феноменологических параметров в теоретическом описании спин-текстурных жидкостей.

РФФИ 13-02-00371

Руководитель - к.ф.м.н. А.С.Журавлев

65. Методами малоуглового рассеяния холодных нейтронов изучена эволюция структуры нанокластерных образцов гелей тяжелой воды и дейтерия в жидком гелии при нагреве от 1.6 К вплоть до температуры кипения гелия при н.у. Обнаружено значительное повышение содержания дейтериевых кластеров малых размеров (порядка 1 нм) при нагреве образцов дейтериевого геля в сверхтекучем He-2 выше 2.1 К, что может

оказаться существенным при использовании подобных образцов качестве модераторов холодных нейтронов. Методами рентгеновской спектроскопии изучена эволюция структуры и фазовые переходы в наноструктурированных ледяных порошках обычной воды (сильно полярная жидкость) и для сравнения порошках этанолового спирта (слабо полярная жидкость при комнатных температурах), которые образуются при распаде соответствующих гелей, при температурах выше 80 К. Как показал эксперимент переход от массивных ледяных образцов к нанопорошкам приводит к многократному повышению скорости фазовых переходов типа кубический-гексагональный лед при температурах 100-150 К, что может оказаться важным, например, при изучении эволюции строения и распада ледяных метеоритов и комет. Исследовано прохождение ИК излучения через образцы водяных и спиртовых гелей. По результатам измерений в 2013 г. опубликованы две статьи, третья опубликована в Письмах в ЖЭТФ 14-го января 2014 г.

РФФИ 13-02-00378

Руководитель – д.ф.-м.н. проф. Л.П. Межов-Деглин

66. Проведено изучение нагрева спиновой подсистемы ионов Mn в полумагнитных полупроводниковых гетероструктурах типа-II (ZnMn)Se/BeTe при импульсном лазерном возбуждении с помощью время-разрешенной фотолюминесценции и по спектрам отражения с использованием pump-probe методики.

Обнаружено, что при высоких уровнях лазерной накачки эффективность нагрева системы магнитных ионов Mn в гетероструктурах с разной толщиной слоя (ZnMn)Se становится одинаковой, тогда как при низких уровнях оптической накачки эффективность нагрева спиновой подсистемы существенно выше в структурах с большей толщиной слоя (ZnMn)Se. Наблюдаемые особенности нагрева системы магнитных ионов Mn в гетероструктурах типа-II при импульсном лазерном возбуждении объясняются:

а) возрастанием времени жизни фотовозбужденных дырок в слое (ZnMn)Se в результате замедления их ухода из слоя ZnSe в слой BeTe при увеличении изгиба зон с ростом пространственно разделенных фотовозбужденных электронов и дырок в гетероструктурах типа-II (ZnMn)Se/BeTe;

б) термализацией горячих фотовозбужденных дырок в слое (ZnMn)Se за времена ~ 20 пс.

РФФИ 13-02-00394

Руководитель - д.ф.м.н. И.И.Тартаковский

67. Была охарактеризована зависимость коэффициента поверхностного усиления рамановского рассеяния на серебряных планарных наноструктурах от расстояния до слоя тестовых органических молекул. Обнаружено, что коэффициент усиления рамановского рассеяния сохраняется практически неизменным вплоть до расстояний $\sim 25-30$ нм от поверхности металлической наноструктуры, а затем начинает резко уменьшаться. Полученная зависимость носит универсальный характер для всех исследованных видов тестовых молекул. Столь протяженный масштаб дальнего действия поверхностного усиления получен впервые и контрастирует с широко распространенной моделью быстро убывающего поверхностно-усиленного рамановского рассеяния на расстояниях 2-3 нм. Исследована взаимосвязь коэффициентов поверхностно-усиленных люминесценции и рамановского рассеяния света на планарных серебряных наноструктурах. Для этого изучалась зависимость усиления сигналов рамановского рассеяния и люминесценции тестовых органических молекул в зависимости от расстояния между поверхностью наноструктуры и слоем молекул. Установлено, что масштаб пространственного дальнего действия обоих эффектов совпадает. Обнаружено, что для рамановских линий, спектральное положение которых близко к позиции лазера, коэффициент усиления рамановского рассеяния скалируется как квадрат усиления люминесценции в согласии с

моделью электромагнитного усиления ближнего поля. Показано, что по мере увеличения стоксового сдвига рамановских линий данная зависимость становится субквадратичной.

Исследована магнитолюминесценция двумерной электронной системы в одиночном гетеропереходе $Mg_xZn_{1-x}O/ZnO$ ($x=0.02$) при температуре 0.3 К в полях до 14 Т. Из осцилляций интенсивности люминесценции в зависимости от магнитного поля определена концентрация двумерных электронов в исследуемой структуре. Она оказалась близкой к величине, измеренной в транспорте. С использованием методики оптического детектирования микроволнового поглощения обнаружен резонанс, отвечающий плазменным возбуждениям двумерных электронов. В магнитном поле обнаружена и исследована нижняя ветвь магнитоплазменных возбуждений, отвечающая распространению краевого магнитоплазмона в структуре с геометрией, близкой к квадрату.

РФФИ 13-02-00681

Руководитель - к.ф.м.н. А.Б. Ваньков

68. Исследованы условия формирования пористой системы в углеродных наноструктурах с решеткой инвертированного опала. Показано, что для синтеза высокопористой структуры температуру термохимической обработки необходимо варьировать в зависимости от размера частиц диоксида кремния. Синтезированы микро и мезопористые углеродные наноструктуры с удельной площадью поверхности $2478 \text{ м}^2/\text{г}$ и объемом пор $1.56 \text{ см}^3/\text{г}$. Показано, что углеродные наноструктуры с решеткой инвертированного опала, нековалентно модифицированные тетрафенилметилена дифосфин диоксидом, эффективно адсорбируют ионы Th (IV), U (VI) и лантанидов (III) в растворах азотной кислоты. Коэффициент распределения лантаноидов (III) уменьшается с увеличением атомного номера элемента.

РФФИ -13-02-00777

Руководитель – д.т.н. проф. Г.А. Емельченко

69. Острия монокристаллических СТМ зондов готовили заострением образцов монокристаллов W[001] в сверхвысоком вакууме (СВВ) с помощью электронно-лучевого нагрева и ионного травления. Структуру зондовых острий исследовали с помощью сканирующего и трансмиссионного микроскопов. Результаты подтвердили воспроизводимое получение зондов с остриями, имеющими одиночные вершины из нанопирамид с боковыми {110} плоскостями. Острые зонды из W[001] успешно использованы для получения изображений поверхностей HOPG(0001), SiC(001) и графен/SiC(001) в СТМ высокого разрешения. В случае незначительных загрязнений острия зондов W[001], изготовленные с использованием последовательной электронной и ионной бомбардировки, без труда могли быть "очищены" с помощью аналогичной обработки в СВВ. Электронно-микроскопическая характеристика, проведенная до и после экспериментов СТМ высокого разрешения, позволила установить прямую корреляцию между структурой острия зонда и пико-пространственным разрешением, достигнутым в экспериментах.

РФФИ 13-02-00781

Руководитель - д.т.н. проф. В.Г.Глебовский

70. Отработана методика выращивания высокоориентированных тонких (толщиной до 10 нанометров) молекулярных слоев органического полупроводника n -типа четырехфтористого фталоцианина меди ($C_{32}H_{16}N_8CuF_4$) или ($CuPcF_4$) в условиях сверхвысокого вакуума ($P = (4-8) \times 10^{-11}$ Торр). В качестве подложки для формирования органической пленки $CuPcF_4$ использовалась атомарно-чистая (001) поверхность золотого монокристалла. Температура подложки варьировалась в диапазоне от 20°C до 250°C. Чистота поверхности Au(001), ориентация и упорядочение выращенных $CuPcF_4$ пленок, их атомарная и электронная структуры определялись и контролировались с помощью дифракции

медленных электронов (ДМЭ), фотоэлектронной спектроскопии глубоких уровней (CL-PES), спектроскопии поглощения рентгеновских лучей вблизи порогов (NEXAFS) с применением синхротронного линейно-поляризованного излучения. Данные, полученные этими методами, свидетельствуют о том, что пленки CuPcF_4 обладают высокой степенью порядка. В частности обнаружено, что в выращенных пленках органические молекулы располагаются параллельно поверхности монокристаллической подложки $\text{Au}(001)$.

Отработана методика формирования наночастиц алюминия и золота на поверхности и в объеме органических пленок CuPcF_4 методом термического напыления металла в условиях сверхвысокого вакуума. Приготовлены нанокомпозитные тонкопленочные материалы CuPcF_4 – металл (Al, Au).

Методом фотоэлектронной спектроскопии высокого разрешения (HR-PES) изучены электронная структура гибридной органико-неорганических системы Al - CuPcF_4 , выравнивание уровня энергии на границах, образующихся между металлическими наночастицами и органическим полупроводником n - типа CuPcF_4 , а также химическое взаимодействие на этой границе в зависимости от номинального количества осажденного металла. Установлено, что процесс формирования границы раздела при осаждении алюминия на органическую подложку имеет две стадии. На первом этапе осаждения алюминия в относительно большой толщине пленки происходит сильное химическое взаимодействие атомов алюминия с пиррольными атомами азота и пиррольными атомами углерода, которое модифицирует молекулы CuPcF_4 . Однако в результате такого взаимодействия, по-видимому, остаются нетронутыми бензольные кольца. На второй стадии атомы Al диффундируют в органическую пленку CuPcF_4 и самоорганизуются в металлические кластеры.

С помощью просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) была исследована эволюция морфологии гибридных нанокомпозитных

пленок, состоящих из наночастиц золота, внедренных в органический полупроводник CuPcF_4 в зависимости от номинального покрытия золотом. Статистический анализ электронно-микроскопических изображений позволил построить распределение частиц золота по размерам и определить средний размер наночастиц при номинальных покрытиях золота 4 Å ($d_{\text{cp}} = 2,25 \text{ nm}$), 12 Å ($d_{\text{cp}} = 5 \text{ nm}$), и 32 Å ($d_{\text{cp}} = 20 \text{ nm}$). При этом в каждом случае оценивалось около 550 наночастиц.

РФФИ 13-02-00818

Руководитель - к.ф.м.н. И.М. Аристова

71. Методами оптической ориентации и вращения плоскости поляризации (эффект Керра) с пикосекундным временным разрешением детально изучена динамика спиновой релаксации и дефазировки спина носителей в гибридных наноструктурах, содержащих туннельно-близкие квантовую яму (КЯ) $\text{InGaAs}/\text{GaAs}$ р-типа и ультра-тонкий ферромагнитный (ФМ) дельта-слой GaMnAs . Экспериментально показано, что поляризация фотолюминесценции P_c растет со временем после импульса фотовозбуждения и может достигать значений $P_c \sim 30\%$, при этом главный вклад в спиновую поляризацию носителей вносит спин-зависимый уход фотовозбужденных электронов, по-видимому, в намагниченный ФМ слой GaMnAs .

Установлено, что помимо вкладов от фотовозбужденных электронов и дырок, в эффекте Керра в гибридных наноструктурах также присутствует неосциллирующая компонента, обусловленная спиновой поляризацией резидентных дырок в КЯ. Анализ магнито-полевых и температурных зависимостей ларморовской частоты прецессии электронов показывает чрезвычайно слабое стационарное обменное s,p-d взаимодействие с ФМ слоем (\sim несколько микро-эВ), что подтверждает динамический механизм возникновения поляризации фотолюминесценции.

РФФИ 13-02-00903

Руководитель - к.ф.м.н. С.В.Зайцев

72. Реализованы и исследованы сверхпроводящие кольца с туннельными и рi-контактами (элементы сверхпроводящих потоковых кубитов), в которых рi-контакты использовались для задания потоковых смещений. Начато исследование потокового сверхпроводящего кубита, основанного на использовании инверторов сверхпроводящей фазы.

Реализованы субмикронные планарные S-N/F-S структуры, в том числе с дополнительным вводом в область джозефсоновского барьера для осуществления инжекции неравновесных носителей.

Разработана технология изготовления джозефсоновских наноструктур на основе нормальных и сверхпроводящих нанопроволок.

РФФИ 13-02-00908

Руководитель – д.ф.м.н. проф. В.В. Рязанов

73. Создана установка для прямого измерения ток-фазового соотношения джозефсоновских контактов. Разработан дизайн джозефсоновских структур, допускающий эксперимент по прямому измерению ток-фазового соотношения. Изготовлены образцы на основе переходов Nb-Cu_{0.56}Ni_{0.44}-Nb. Разработан технологический процесс, позволяющий изготовить переходы Nb-Cu-CuNi-Nb со структурированным медным слоем. Проведено изготовление образцов на основе слабоферромагнитного сплава Cu_{0.47}Ni_{0.53}. Показано, что при выборе оптимальной толщины сплава Cu_{0.47}Ni_{0.53} может наблюдаться разделение образца на области 0- и пи-состояния (0-пи контакт) в зависимости от формы структурированного слоя меди. Показано, что при медленном охлаждении в перпендикулярной геометрии (граница раздела 0- и пи-состояния перпендикулярна направлению магнитного поля и оси соленоида) может быть реализовано магнитно-однородное состояние, когда пи-область контакта находится при нулевой разности фаз. Данное состояние является метастабильным и может быть разрушено очень слабым воздействием: непрерывным, медленным

изменением внешнего магнитного поля на 20-30 Э в течение нескольких минут. Получены данные по аномальному эффекту Холла и зависимости критической плотности тока переходов Nb-Cu_{0.52}Ni_{0.48}-Nb от толщины джозефсоновского барьера.

РФФИ 13-02-01106.

Руководитель – к.ф.м.н. В.В. Больгинов

74. Разработан новый метод оптического детектирования плазменных и магнитоплазменных резонансов в новой сильно коррелированной двумерной электронной системе, которая реализуется в гетероструктурах MgZnO/ZnO. Из-за тяжелой массы электронов и дырок в такой системе экситонный ридберг составляет 60 мэВ, что обеспечивает сильные эффекты взаимодействия. Обнаружен резонанс, отвечающий магнитоплазменным возбуждениям двумерных электронов, из которого определена циклотронная масса электронов. Показано, что величина циклотронной массы значительно (на 20%) увеличивается с ростом концентрации электронов, что отвечает неожиданно сильной непараболичности электронного спектра. Альтернативной причиной столь значительного утяжеления электронов могут быть эффекты электронного взаимодействия.

Исследованы свойства плазменных возбуждений двумерных электронов и дырок в свободно подвешенном однослойном графене. Оторванность однослойного кристалла от подложки позволила применить метод отжига электрическим током в вакууме, что обеспечило рекордно большую подвижность электронов и дырок, а также узкую по энергии линию плазменного и магнитоплазменного возбуждений. Для сравнения исследовались также графеновые системы, лежащие на двуокиси кремния и на нитриде бора. Показано, что ширина плазменных резонансов в этих случаях в несколько раз больше, чем для свободно подвешенного графена.

РФФИ-13-02-12042

Руководитель – член-корр. РАН И.В. Кукушкин

75. Методом электронного парамагнитного резонанса проведены измерения g-фактора электронов в структурах AlGaAs/GaAs с мелкими квантовыми ямами и оригинальным дизайном барьеров. Получены значения компонент тензора эффективного g-фактора электронов, а также псевдотензора третьего ранга, описывающего линейные по магнитному полю поправки к тензору g-фактора. Методом времени разрешенного Керровского вращения измерены константы спин-орбитального взаимодействия Рашбы и Дрессельхауза в квантовых ямах AlGaAs/GaAs в зависимости от концентрации резидентных электронов. С помощью неупругого рассеяния света обнаружены новые ветви спин-текстурных (скирмионных) возбуждений, энергия которых определяется циклотронным квантованием в эффективном магнитном поле, пропорциональном плотности спиновых текстур. Впервые, методом времени разрешенного Рэлея-Релея рассеяния измерено время спиновой релаксации электронов в квантующем магнитном поле. Построена теория, описывающая релаксацию в терминах аннигиляции спиновых экситонов в присутствии спин-орбитальных взаимодействий Рашбы и Дрессельхауза.

РФФИ 13-02-12048

Руководитель - д.ф.м.н. Л.В.Кулик

76. Изготовлены гибридные структуры с интерфейсом сверхпроводник — двумерная электронная система с сильным спин-орбитальным взаимодействием на основе InGaAs. Проведены исследования транспорта заряда через интерфейс в таких системах при сверхнизких температурах. Продемонстрировано влияние спин-орбитального взаимодействия на процесс Андреевского отражения. Исследована модификация транспорта через интерфейс при введении компоненты магнитного поля, параллельной двумерной системе. Отработана методика силовой литографии при помощи атомно-силового микроскопа на тонкой пленке

(<80нм) РММА, достигнутая точность позиционирования ~5нм. Впервые изготовлены нанопроволоки из трехмерного топологического изолятора Ag₂Te (методом VLS) на кремниевой подложке. Получены нанопроволоки диаметрами 50-150 нм и длинами 1-20 мкм. Рентгеноструктурный анализ подтверждает монокристаллическую структуру нанопроволок. Исследованы транспортные и магнитотранспортные свойства нового гибридного органического проводника β -(BEDT-TTF)₄K_x(H₃O)_{1-x}[Ru(C₂O₄)₃]₆H₅Br с парамагнитным ионом Ru. Установлено, что этот кристалл является сверхпроводником с T_c=6.3К. Из анализа осцилляций Шубникова – де Гааза получены данные о его электронной структуре.

РФФИ 13-02-12127

Руководитель – академик В.Ф.Гантмахер

77. Изготовлены и исследованы новые джозефсоновские структуры на основе сверхпроводников, нормальных металлов и ферромагнетиков. Экспериментально исследованы джозефсоновские структуры “стэкового” типа, теоретически рассчитаны области параметров, определяющих обычное (0-состояние) и р_i-состояние этих структур. Разработана технология приготовления микронных и субмикронных SFmS структур с различными слабоферромагнитными барьерами, в том числе на основе сплавов Гейсслера. Изучено влияние макроскопической магнитной индукции на разность фаз джозефсоновских SFmS переходов, а также структур с туннельными и магнитными слоями. Теоретически описан эффект близости в условиях неравновесной и спин-поляризованной токовой инжекции в джозефсоновских структурах.

РФФИ 13-02-90435

Руководитель – д.ф.м.н. проф. В.В. Рязанов

78. Детально изучены структурные и оптические свойства сферических монодисперсных наночастиц состава (Y_{1-x}M_x)₂O₃, где M = Eu,Er,Zn со

средними диаметрами от 70 до 400 нм, приготовленных методом низкотемпературного термолиза из аморфного прекурсора, полученного в процессе гомогенного осаждения из смеси водных растворов нитратов редкоземельных металлов ($Y(NO_3)_3$, $M(NO_3)_3$) и карбамида $(NH_2)_2CO$. Электронно-микроскопические исследования тонкой структуры образцов показали, что частицы $(Y_{1-x}M_x)_2O_3$ состоят из монокристаллических разориентированных зерен со средним размером в интервале 20 – 80 нм для частиц разного диаметра. Показано, что сферические частицы являются пористыми с остаточными размерами пор в мезодиапазоне. Обнаружены зависимости спектрально-временных характеристик наиболее интенсивного красного свечения европия (~ 611 нм) от диаметра наносфер, концентрации легирующей примеси и плотности мощности оптической накачки. Показано, что данные эффекты связаны с влиянием поверхностной безизлучательной рекомбинации, с одной стороны, и с модификацией темпа спонтанной эмиссии в диэлектрических телах нанометрового размера, с другой стороны. Обнаружено появление стимулированного излучения для сфер оксида иттрия, легированного оксидом цинка. Показано, что определяющим фактором возникновения лазерной генерации нанокомпозитов является их сферическая геометрия и совпадение энергии связанной фотонной моды с максимумом экситонного свечения оксида цинка для определенного размера наносфер (180 нм).

РФФИ -13-02-90448

Руководитель – д.т.н. проф. Г.А. Емельченко

79. Разработана методика выращивания из расплава высококачественных сапфировых и эвтектических волокон. На основе численного решения капиллярного уравнения Лапласа получены и объяснены особенности форм профильных кривых менисков расплава и их характеристик при выращивании волокон в зависимости от их диаметра, геометрии формообразователя, величины внешнего давления. На основе полученных

данных по геометрии профильных кривых менисков расплава построена математическая модель изменения веса волокна на всех стадиях выращивания для разработки управляющей программы с обратной связью. Проведена серия экспериментов по выращиванию методом Степанова сапфировых волокон и эвтектических волокон $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$. Изучены фазовый состав и микроструктура полученных волокон. Проведена серия измерений высокотемпературной прочности волокон и установлено влияние дефектов микроструктуры на зависимость предела прочности от температуры.

РФФИ 13-03-01177

Руководитель д.т.н. В.Н. Курлов

80. Изучено влияние легирования элементами 4b группы и скорости кристаллизации на кратковременную и длительную прочность сплавов на основе эвтектики Nb-Nb₃Si. Получены образцы с кратковременной прочностью при 1350°C на уровне 850 МПа и 100-часовой прочностью на уровне 60-85 МПа при 1300°C. Получены образцы слоистых композитов Nb-Nb₃Al и Ti-Ti₃Al. Изучены структура и кинетика формирования интерметаллидных слоев в процессе термообработки. Образцы композитов Nb-Nb₃Al при 1300°C показали уровень кратковременной прочности 350 МПа.

РФФИ 13-03-12220

Руководитель – Член-корр. РАН М.И.Карпов

81. Обнаружено избирательное по направлениям распространения света повышение оптической прозрачности композитов из биополимеров лигнина и коллагена с оксидными наночастицами (на примере двуокиси кремния и титанатов бария и свинца). Улучшение оптической прозрачности объясняется формированием квазипериодических структур в указанных композитах, когда в определенных направлениях наблюдаются максимумы светопропускания. Указанное явление создает

возможности для формирования новых типов радиационных детекторов на композитных сцинтилляторах с улучшенными световыходом, энергетическим разрешением и быстродействием. Исследовано воздействие предварительной обработки электрическим полем и рентгеновского облучения на электросопротивление и ЭДС композитов из наночастиц титанатов бария и свинца с биополимерами коллагена, а также биоморфных композитов на основе матриц из пиролизованной древесины и свинцового наполнителя микроканалов. На основе полученных результатов подготовлены патентные заявки на новые типы радиационных детекторов и устройств прямого преобразования радиации в электроэнергию.

РФФИ 13-08-01440

Руководитель - к.ф.м.н. Н.В. Классен

82. Изготовлены из особоцистых компонентов сплавы алюминия с цинком. Изготовлены из чистых компонентов сплавы WC-Co с разным содержанием углерода. Проведены высокотемпературные отжиги сплавов WC-Co при температурах от 1380 до 1540°C. Сплавы алюминия с цинком обработаны с помощью кручения под высоким давлением. Начаты исследования микроструктуры и состава поликристаллов Al-Zn до и после КВД с помощью СЭМ, ПЭМ, ВПЭМ, РД, РМА и ДОРЭ. Начато определение макроскопических контактных углов в стационарном состоянии и поиск псевдонеполного смачивания ГЗ второй твердой фазой с помощью ПЭМ и ВПЭМ. Начаты исследования микроструктуры и состава поликристаллов WC-Co после жидкофазного спекания и отжигов с помощью СЭМ, ПЭМ, ВПЭМ, РД, РМА и ДОРЭ. Начато определение макроскопических контактных углов в стационарном состоянии и поиск псевдонеполного смачивания ГЗ расплавом с помощью ПЭМ и ВПЭМ.

РФФИ 13-08-90422

Руководитель - д.ф.м.н. Б.Б. Страумал

83. Выбраны перспективные компоненты - материалы волокна и матрицы - по критериям смачивания и температуры плавления. Материалы волокна: монокристаллический иттрий-алюминиевый гранат и эвтектика оксид-алюминия-гранат. Материал матрицы: высокоэнтропийный сплав Cr-Fe-Co-Ni-W. Систематические исследования механических характеристик композитов могут привести к уточнению состава композитов. Технологическая схема получения композитов указанного состава - литьё под давлением. Продолжение исследования по плану 1-го года проекта (он заканчивается в I-м квартале 2014г.) будет нацелено на исследование возможностей твердофазной технологической схемы. В течение начального этапа первого года были проведены исследования микроструктуры и предварительные эксперименты по изучению высокотемпературной прочности.

РФФИ 13-08-90459

Руководитель - д.т.н. проф. С.Т.Милейко

84. Разработана экспериментальная методика распознавания топливных смесей. Методика основана на зависимости коэффициента поглощения электромагнитных волн субтерагерцового диапазона от октанового числа топливной смеси и рассеяния излучения мелкодисперсными вкраплениями присадок.

ДОГОВОР № IQ-13/05/01/1030-13

Руководитель – к.ф.м.н. Ю.А. Нефёдов

85. Изучено взаимодействие водорода при температурах 50–250°C и давлениях до 7.5 ГПа с наноструктурированными сплавами $(La_{0.9}Nd_{0.1})_2MgNi_9$ и $MgNi_2$, полученными методом механосинтеза. Рентген-дифракционное исследование показало, что кристаллическая структура гидридов четверных сплавов сильно разупорядочена (длина когерентности около 10 нм), и средняя решетка описывается структурой

соединения LaNi_5 , пр. группа R_6/mmm , с объемом ячейки, увеличенным на 35%. Максимальное содержание водорода в этих гидридах оказалось несколько более высоким (2.25 вес.% вместо 2.15 вес.%), чем в изучавшихся ранее гидридах LaNi_5 , за счет малого атомного веса магния. Методами рентгеновской и нейтронной дифракции установлено, что фазы максимального состава MgNi_2H_3 (2.1 вес.% H) и MgNi_2D_3 имеют орторомбическую структуру: пр. группа $Fmmm$, $a = 4.551 \text{ \AA}$, $b = 4.686 \text{ \AA}$, $c = 8.796 \text{ \AA}$; атомы водорода в позициях 4b и 8f.

Хоздоговор № 1042-13

Руководитель – к.ф.-м.н. Башкин И.О.

86. Проведено исследование микроструктуры карбидокремниевой керамики и покрытий. Проведены испытания образцов разработанных материалов на: прочность на изгиб при 20°C и 1000°C ; прочность на сжатие при 20°C и 1000°C ; термоударную прочность с нагревом до 1000°C с последующим быстрым охлаждением; термоокислительную стойкость при температуре 1000°C на воздухе в течение 24 часов.

Результаты работы могут быть в будущем использованы при разработке новых жаропрочных композиционных материалов на основе карбида кремния для элементов ГТД, работающих при высоких температурах. Полученные результаты являются новыми и перспективными с точки зрения возможности разработки технологии получения новых композиционных материалов на основе карбида кремния.

Поставленные в ТЗ задачи выполнены в полном объеме. В том числе изготовлены опытные детали «Имитатор корпуса термометра ПР-30/ПР-6», 12 штук (по 3 штуки из каждого материала).

ОАО «НПО «Сатурн», х/д 1031-13Н

Руководитель - д.т.н. В.Н.Курлов

87. Разработан дизайн тонкопленочного микроволнового “on-chip” устройства, который включает копланарную СВЧ-линию и связанные с

ней семь ниобиевых сверхпроводящих “ $\lambda/4$ ”- резонаторов, обеспечивающих резонансы в интервале 8-11 ГГц. Реализованы микроволновые сверхпроводящих структуры с джозефсоновскими SFS пи-контактами на основе разработанного устройства, обеспечивающие СВЧ-мониторинг этих новых джозефсоновских элементов. Пи-контакты впервые использованы в качестве функциональных (“фрустрирующих”) элементов в перспективных устройствах квантовой сверхпроводниковой логики.

Соглашение № 8638 от «17» сентября 2012 г.

Руководитель – д.ф.м.н. проф. В.В. Рязанов

88. Отработана методика изготовления анодных паст, для нанесения функционального анодного слоя, состоящая из 60 объемных % порошка $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$ и 40 объемных % NiO и переходного токосъемного слоя, состоящая из 40 объемных % порошка $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$ и 60 объемных % NiO . Отработана методика последовательного нанесения и спекания двухслойных композиционных анодов на керамических газоплотных пластинах анионного проводника $10\text{Sc}1\text{CeSZ}$. Показано, что спекания мембранно-электродных блоков под нагрузкой между пористыми укрывными пластинами позволяет устранить возникновение куполообразных деформаций, и существенно уменьшить величину изгибовых деформаций. Разработана конструкция и изготовлен модуль для тестирования мембранно-электродных блоков, обеспечивающий крепление мембранно-электродных блоков без использования герметика и клеев.

Х.д. №1019-13 (Регистрационный номер Договора № 1019-13 от 01 марта 2013 года)

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

89. Метод изотопного обмена был применён для исследования коэффициента диффузии и константы поверхностного обмена в

зависимости от температуры в новых катодных материалах состава $\text{Pr}_{1.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_4$ и Pr_2CuO_4 . Показано, что величина коэффициента диффузии кислорода в этих материалах на несколько порядков превышает коэффициента диффузии кислорода традиционного $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ катода.

Проведены исследования химической стабильности новых катодных материалов при их контакте с материалами электролита. Исследовано взаимодействие при контакте Pr_2CuO_4 -LSGM, Pr_2CuO_4 -10Sc1YSZ, $\text{Pr}_{1.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_4$ -LSGM и $\text{Pr}_{1.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_4$ -10Sc1YSZ. Для предотвращения химического взаимодействия между новыми катодами и электролитической мембраной 10Sc1YSZ предлагается использовать защитный подслой GDC.

Показано, что ТОТЭ катодами на основе нового катодного материала Pr_2CuO_4 обладает существенно лучшими мощностными характеристиками в интервале температур 700-800⁰С по сравнению с ТОТЭ на основе традиционных катодных материалов. На основании проведенных исследований сделан вывод о том, что соединения $\text{Pr}_{1.6}\text{Sr}_{0.4}\text{CuO}_4$ и Pr_2CuO_4 являются перспективными катодными материалами для использования в среднетемпературных ТОТЭ.

Х.д. №950-11 на выполнение научно-исследовательских работ (или части) по Государственному контракту № 14.740.12.1358 от 12.10.2011 г.

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

90. Отработана технология изготовления газоплотных подложек для ТОТЭ планарной конструкции Изготовлена опытная партия подложек (80 шт) из анионного проводника 10Sc1CeSZ размером 50x50 мм² и толщиной 200 мкм.

На основе газоплотных подложек отработана методика и изготовлены мембранно-электродные блоки размером 50x50мм² для твердооксидных топливных элементов планарной конструкции.

Создан испытательный стенд для тестирования электрохимических характеристик мембранно-электродных блоков ТОТЭ планарной

конструкции размером $50 \times 50 \text{ мм}^2$. Исследование электрохимических характеристик ТОТЭ показало, что при температуре 850°C максимальная удельная снимаемая мощность равна 430 мВатт/см^2 .

Х.д. 994-12 (Рег. номер Договора № 4/2015–Д от 13 августа 2012 года)

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

91. Выполнен комплекс работ, направленный на повышение интеграции перспективных элементов джозефсоновской магнитной памяти на основе магнитных SIFS-переключателей Nb-Al/AlO_x-Nb-PdFe-Nb. Была разработана «самосовмещенная» технология, позволяющая изготовить джозефсоновские SFS и SIFS контакты с латеральными размерами слоев 2-3 мкм с использованием фотолитографии. Главной особенностью данной технологии является то, что для формирования слоя изоляции используется та же фоторезистивная маска, что и для создания «мезы» (многослойного джозефсоновского контакта). Проведены эксперименты по магнитному переключению, демонстрирующие работу изготовленных образцов в качестве магнитных переключателей с характерной джозефсоновской частотой около 100 ГГц.

х/д 1017-13

Руководитель – к.ф.м.н. В.В. Больгинов

92. Показано, что микроволновые измерения компонент поверхностного импеданса в ас-плоскостях кристаллов $k\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$ с $T_c \approx 11.5 \text{ К}$ демонстрируют ряд особенностей в сверхпроводящем и нормальном состояниях этих кристаллов. Измерения при $T \ll T_c$ указывают на d-симметрию сверхпроводящего параметра порядка. В интервале $T_c < T < 40 \text{ К}$ кривые $R(T)$ и $X(T)$ совпадают (нормальный скин-эффект), и температурная зависимость удельного сопротивления $\Delta\rho_{ac}(T) \propto T^3$. При $T > 40 \text{ К}$ сопротивление стремится к насыщению (предел Иоффе-Регеля), а величина $X(T)$ становится больше $R(T)$ за счет

дополнительного вклада антиферромагнитных спиновых флуктуаций. Определены значения $\lambda L(0) \approx 0.7$ мкм, $l(T_c) \approx 30$ нм, $\delta(T_c) \approx 10$ мкм.

Измерены температурные зависимости поверхностного импеданса серии образцов $V_{3+x}Si_{1-x}$ с разным содержанием кремния. Все образцы демонстрируют двухщелевые особенности в температурных зависимостях комплексной микроволновой проводимости в сверхпроводящем состоянии. В рамках двухзонной модели изменение кривых при понижении содержания кремния от 24% до 21% хорошо описывается изменением единственного параметра межзонного рассеяния. Данные для стехиометрического образца, содержащего 25% кремния, можно описать, изменяя также константу электрон-фононного взаимодействия в зоне с малой щелью.

Исследовано влияние качества и состава образцов органических металлов с металлоксалатными анионами на их сверхпроводящие свойства. Проведены исследования структуры и транспортных свойств нового органического проводника на основе BEDT-TTF с парамагнитным трисоксалаторутенатным анионом $-(BEDT-TTF)_4K_x(H_3O)_{1-x}[Ru^{III}(ox)_3]C_6H_5Br$ ($x \sim 0.8$). Установлено, что кристаллы имеют моноклинную симметрию $C2/c$ и $P4_2/mnm$ - тип упаковки проводящих слоев. Показано, что экспериментально наблюдаемые различия в физических свойствах образцов органических металлов с металлоксалатными анионами можно объяснить наличием беспорядка от слоя к слою в соотношении катионов K^+ и H_3O^+ .

Хоздоговор № 8515

Руководитель – д.ф.м.н. М.Р.Трунин

93. Обнаруженные особенности микроволнового поверхностного импеданса $Z_{ac}(T) = R_{ac}(T) + iX_{ac}(T)$ проводящих ac -слоев органических кристаллов при $T \ll T_c \approx 11.5$ К близкий к линейному температурный ход глубины проникновения поля; при $T_c < T < 40$ К $R_{ac}(T) = X_{ac}(T)$; при $T > 40$ К возрастание величины $X_{ac}(T)$ по сравнению с $R_{ac}(T)$ и при $T > 40$ К

немонотонный ход $R_{ac}(T)$ в тонких кристаллах – интерпретируются в терминах: d-типа симметрии сверхпроводящего параметра порядка; нормального скин-эффекта; проявлений антиферромагнитных флуктуаций и размерного эффекта соответственно.

Проведены исследования структуры и транспортных свойств нового органического проводника на основе BEDT-TTF с парамагнитным трисоксалаторутенатным анионом $[(\text{BEDT-TTF})_4\text{K}_x(\text{H}_3\text{O})_{1-x}[\text{Ru}^{\text{III}}(\text{ox})_3]\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ($x \sim 0.8$). Образцы оказались сверхпроводниками с критической температурой, лежащей в диапазоне $T_c = 2.8 - 6.3$ К в зависимости от образца. Исследована трансформация монокристалл-монокристалл (single-crystal-to-single crystal transformation, SCSC), которая происходит с течением времени в слоистом органическом проводнике на основе BEDT-TTF и связана с уходом молекул растворителя из кристалла. В результате кристалл претерпевает необратимое частичное превращение из α - $(\text{BEDT-TTF})_4[\text{OsNOCl}_5]_{1.33}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_{0.67}$ фазы в β'' - $(\text{BEDT-TTF})_3[\text{OsNOCl}_5]$ фазу. При SCSC трансформации из δ - в β'' -фазу наблюдается огромная перестройка структуры как донорного, так и анионного слоя без потери кристалличности образца. Переход вероятнее всего происходит из метастабильной при нормальных условиях фазы в более стабильную.

Проведен анализ применимости различных типов резонаторов для измерений компонент поверхностного импеданса сверхпроводников в магнитном поле. Рассчитана структура электромагнитных колебаний (моды) диэлектрических резонаторов Изготовлена опытная вставка на основе рутилового резонатора (низкочастотные моды) Изготовлена вставка на основе сапфирового резонатора (моды «шепчущей галереи») для измерений импеданса в сверхпроводящем соленоиде до 17 Тл. Измерен поверхностный импеданс Nb и V_3Si в магнитном поле соленоида Измерены температурные зависимости поверхностного импеданса серии образцов V_{3+x}Si с разным содержанием кремния. Удельное сопротивление исследованных образцов в нормальном состоянии

демонстрирует отсутствие участков с линейной температурной зависимостью, что может быть объяснено в рамках теории проводимости по двум разным энергетическим подзонам. Эволюцию кривых мнимой части проводимости при изменении содержания кремния в рамках двухзонной щелевой модели сверхпроводимости невозможно объяснить только изменением обратных времен внутри- и межзонного рассеяния электронов. Некоторые особенности в действительной части проводимости принципиально не объясняются моделью двухщелевой сверхпроводимости.

Хоздоговор № 8369

Руководитель – академик В.Ф.Гантмахер

94. Бромид лантана крайне гигроскопичен и характеризуется большой энергией связи с молекулами воды. Наличие в шихте даже небольшого количества воды приводит при выращивании кристалла к образованию оксидбромида лантана, что значительно ухудшает сцинтилляционные характеристики кристалла. В работе установлена предельная концентрация оксидбромида, превышение которой приводит к значительному ухудшению сцинтилляционных характеристик кристалла $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$. Разработана методика очистки шихты от оксидбромида. Из шихты, в которой содержание оксидбромида в несколько раз меньше предельно допустимой, выращен кристалл $\text{LaBr}_3:\text{Ce}(2\%)$, имеющий диаметр 25мм и высоту 25мм. Он помещен в герметичный дюралевый контейнер со светоотражающим покрытием, в одном из торцов которого находится кварцевое окно. Исследованы спектральные, временные и сцинтилляционные характеристики изготовленного образца. Световыход кристалла равен ~ 60000 фотонов/МэВ, а энергетическое разрешение для энергии 662 кэВ 3.3%. Изготовленный образец удовлетворяет требованиям, указанным в техническом задании настоящего договора.

Хоз. Договор №1008-13

Руководитель - д.ф.-м.н. С.З.Шмурак

95. Методом монокристалльного низкотемпературного структурного анализа исследованы структуры ионных комплексов на основе анион-радикалов фуллерена, $C_{60}^{\cdot-}$. Установлено, что в комплексе $C_{60}^{\cdot-} \cdot MDABCO^+$ при комнатной температуре фуллерены ориентационно разупорядочены, в районе 140К имеет место фазовый переход, предположительно второго рода, который сопровождается утроением периода решетки. Низкотемпературная фаза имеет особое ориентационное упорядочение фуллеренов, которая способствует эффективному ферромагнитному взаимодействию спинов соседних анион-радикалов фуллеренов. В комплексе $C_{60}^{\cdot-} \cdot TMP^+ \cdot C_6H_5CN$ в районе 95К наблюдается фазовый переход, предположительно второго рода, который сопровождается утроением периода решетки и ориентационным упорядочением фуллеренов. Спины на фуллеренах проявляют антиферромагнитное взаимодействие. Рассчитанные по полученной структуре интегралы переноса малы и, по-видимому, кристалл находится в состоянии Моттовского диэлектрика. В комплексе $3(C_{60}^{1-}) \cdot 2\{Au[P(Ph)_3]_3\}^+ \cdot (C_6H_4Cl_2)_2$ фуллереновый слой имеет плотноупакованную гексагональную структуру, но при этом слой слегка гофрирован: сотовая структура слоя плоская, в ячейки которой вставлены молекулы фуллерена, которые слегка выступают из общей плоскости. Димеризация фуллеренов при низкой температуре отсутствует, и можно ожидать реализацию металлических свойств и/или спиновых конфигураций. Самая простая конфигурация – антиферромагнитный порядок спинов в сотовых фуллеренах, а «вставная» молекула фуллерена – нейтральная.

Х/Д № 1038-13

Руководитель - к.ф.м.н. С. С. Хасанов

96. Разработаны предложения в долгосрочную и этапную программы фундаментальных и научно-прикладных исследований и экспериментов

на КА «ОКА-Т» по отработке опытно-промышленных технологий полупроводниковых материалов в космосе (далее «Предложения»).

«Предложения» содержат обоснования выбора полупроводников и методов выращивания этих материалов при проведении КЭ на КА «ОКА-Т», а также формулировку задач по постановке КЭ. В качестве объектов исследования в долгосрочной и этапной программах выбраны теллурид цинка-кадмия, селенид галлия (II) и теллурид галлия (II) в гексагональной модификации. Для выращивания кристаллов CdZnTe предлагается использовать метод зонной плавки. Для получения слитков GaSe предполагается применять зонную плавку и направленную кристаллизацию по методу Бриджмена. Для получения кристаллов GaTe планируется использовать зонную плавку. «Предложения» отвечают требованиям ТЗ и находятся на высоком научно-техническом уровне. Область применения: испытания НА, наземная отработка КЭ, проведение КЭ на КА «ОКА-Т».

Договор № 1037-13

Руководитель – к.т.н. Н.Н. Колесников

97. Получены волокна, содержащие сильноанизотропные оксиды - гексаалюминаты кальция и бария ($6Al_2O_3 \cdot CaO$ и $6Al_2O_3 \cdot BaO$), а также композитные образцы с указанными волокнами, с волокнами сапфира и матрицей Ti-48Al-2Cr, характеризующейся относительно невысокими механическими свойствами. Исследована прочность волокон и деформационное поведение композитов с хрупкой (раскристаллизованный молибден) матрицей и содержащими гексаалюминаты волокна. Кривые деформирования характеризуются нелинейностью, которая определяется торможением трещины на сильно анизотропных включениях. Аналогичный эффект наблюдается и при нагружении композитов с TiAl-матрицей, однако прочность таких композитов невелика в результате падения прочности матрицы Ti-48Al-2Cr в результате с взаимодействием расплава матрицы с волокнами и

насыщением её кислородом при получении композитов методом литья. Характеристики литой матрицы также невысоки в результате взаимодействия расплава с материалом оксидной формы. Этот эффект может быть исключен применением принципиально новой литейной формы, предложенной в рамках настоящей работы.

Получены характеристики прочности композитов с TiAl-матрицей при температурах 500 и 700°C, а также характеристики ползучести таких композитов при температурах от 700 до 1100°C. Показан эффект повышения характеристик ползучести композитов относительно этих же характеристик материала матрицы. С ростом температуры и времени нагружения эффект повышения крипостойкости растет. В предварительных экспериментах по малоцикловой усталости композитов показаны высокие характеристики материала как следствие прочной границы раздела волокно-матрица. Полученные данные по прочности и ползучести композита показывают, что наиболее эффективные применения оксид-TiAl композитов со свойствами ползучести, превышающими свойства известных сплавов на основе TiAl, лежат в области температур выше 800°C, т.е. при использовании их в качестве материала лопаток турбины низкого давления.

Договор 998-12

Руководитель – д.т.н. проф. С.Т. Милейко

98. Методами металлографии, сканирующей электронной микроскопии и локального рентгеноспектрального анализа изучалась структура сплавов с повышенной жаропрочностью на основе Cr на металлургическом переделе и после стендовых испытаний, а также исследовалась тонкая структура поверхностного слоя объектов ВХ4 - деталей микродвигателей (камера и сопло), прошедших стендовые испытания. Особое внимание уделялось изучению расположения структурных составляющих, их зависимости от положения в образцах, анализу пористости. Изучен химический состав образцов, проведено

профилирование, получены карты распределения элементов. Проанализировано изменение структуры объектов ВХ4 в зависимости от температуры испытания, скорости охлаждения, расположения структурных составляющих в образце.

Образцы имеют фазовый состав: раствор хрома в никеле и никеля в хrome (α -Cr + γ -Ni). Обнаружено, что вольфрам преимущественно растворен в твердом растворе на основе никеля, в котором распределен более-менее равномерно.

Проанализировано изменение структуры объектов ВХ4 в зависимости от температуры испытания, скорости охлаждения, расположения структурных составляющих в образце. Установлено, что процесс образования вторичных кристаллов γ -Ni и α -Cr является тем более завершенным, чем меньше скорость охлаждения. Сравнение структуры объектов сплава ВХ4 для продольных и поперечных шлифов при аналогичных условиях испытания свидетельствует о том, что полосы никелевой фазы вытянуты вдоль прутка.

На внутренней поверхности образцов микродвигателей после стендовых испытаний обнаружена зона, обогащенная азотом. Толщина этой зоны разная в области камеры и сопла и увеличивается с длительностью испытаний исп. Максимальная толщина зоны составляет 30 мкм. После зоны, обогащенной азотом, расположена зона, обогащенная никелем. Толщина этой зоны 1-10 мкм. Во внутренней поверхности микродвигателей присутствуют сильные следы эрозии и повышенная пористость. Размер пор варьируется в пределах 100 нм – 20 мкм. Следы эрозии и пористость увеличиваются при увеличении длительности испытаний. При увеличении длительности испытаний в приповерхностной зоне камеры микродвигателя образуются дендритные кристаллы на основе твердого раствора хрома с осью, перпендикулярной поверхности образца. Средний состав области с такими зернами, имеет повышенное содержание хрома.

Хоз.Договор 988-12-1048/0105-12 (2 этап)

Руководитель - д.ф.м.н. проф. А.С.Аронин

Основные результаты и разработки, доведенные в 2013 г. до готовности к практическому применению

1. Разработка оборудования и технологии выращивания монокристаллов SiC для создания приборов силовой электроники.

Основываясь на результатах исследований по кристаллизации карбида кремния, выполненных в Институте за последние 10 лет, была разработана лабораторная технология выращивания монокристаллов 6H(4H)-SiC сублимационным методом диаметром 2 и 3 дюйма и создана автоматизированная промышленная установка SiC-1, изготовленная Экспериментальным заводом научного приборостроения (ЭЗАН) по техническому заданию ИФТТ РАН. Установка позволяет выращивать кристаллы диаметром до 100 мм, высотой до 30 мм. Индукционный нагрев осуществляется с помощью высокостабильного транзисторного генератора. В качестве генератора применяется водно-охлаждаемый транзисторный преобразователь частоты (IGBT) с максимальной мощностью 100 кВт и настраиваемой частотой 5-20 кГц, выпускаемый ФГУП ЭЗАН. Система автоматизации процессом осуществляет



Рис. 1 Общий вид промышленной установки SiC-1

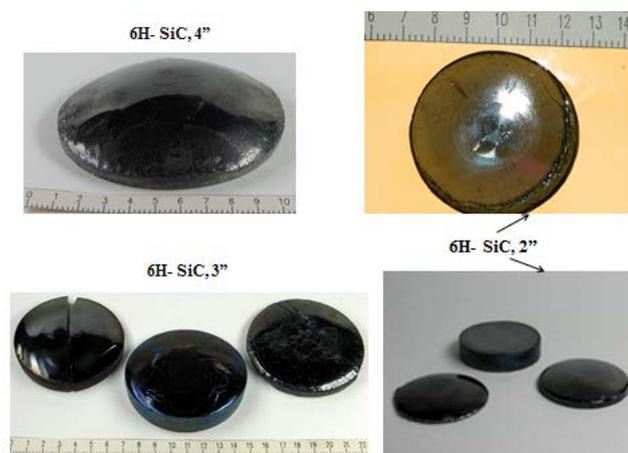


Рис. 2 Типичные кристаллы карбида кремния

автоматическое управление технологическим процессом получения

кристалла. Она включает приборы управления и отображения информации о состоянии вакуумной системы, системы подачи газов, водяного охлаждения, потребляемой мощности генератора, температуры на поверхности тигля. Управление и контроль всеми процессами осуществляются с помощью промышленного компьютера с жидкокристаллическим дисплеем с диагональю 17". Общий вид установки и выращенных монокристаллов 6H- SiC показан на рис. 1,2.

Руководитель – д.т.н. Г.А.Емельченко

Научно-организационная деятельность ИФТТ РАН

В 2013 году Ученый совет ИФТТ РАН провел 25 заседаний, на которых обсуждались следующие вопросы:

Утверждение планов работы Ученого совета

Научные доклады в связи с направлением работ в печать

Научные доклады по основным направлениям научной деятельности института

Итоги аттестации аспирантов

Итоги аттестации научных сотрудников

Обсуждение и утверждение отчета по научно-исследовательской работе института за 2013 год

Обсуждение и утверждение отчетов по Программам Президиума РАН, Отделения физических наук РАН, по Программам Минобрнауки.

Обсуждение и утверждение результатов конкурса научно-исследовательских работ 2013 года

Отчет дирекции института по итогам 2012 года

Утверждение тем докторских и кандидатских диссертаций

Доклады по докторским и кандидатским диссертациям в связи с представлением к защите

Утверждение отзывов на диссертационные работы

Обсуждение результатов аттестации стажеров-исследователей и аспирантов

Проведение экспертизы готовности к защите докторских диссертаций.

Регулярно проводились заседания 10 семинаров по основным научным направлениям деятельности института.

В 2013 году сотрудниками ИФТТ РАН защищены две докторские и 3 кандидатские диссертации:

1. Абросимова Галина Евгеньевна «Эволюция структуры металлических стекол при внешних воздействиях» - по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» (диссертационный совет Д 217.035.01 при ФГУП ЦНИИчермет им. И.П.Бардина), г. Москва

2. Девятов Эдуард Валентинович «Одномерная электронная жидкость на краю двумерной электронной системы в режиме квантового эффекта Холла» по специальности 01.04.10 - «физика полупроводников» (диссертационный совет Д 501.001.70 при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова), г. Москва

3. Козлов Владислав Евгеньевич «Магнитоплазменные возбуждения в GaAs/AlGaAs квантовых ямах и гетеропереходе ZnO/MgZnO» - по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» (диссертационный совет при ФГБЮН Институт физики микроструктур Российской академии наук (ИФМ РАН), г. Нижний Новгород

4. Кузовников Михаил Александрович "Структура, термодинамическая устойчивость и колебательные спектры гидридов высокого давления" по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния (диссертационный совет Д 002.097.01 при ФГБЮН ИФВД РАН, г. Москва, г. Троицк)

2. Фортунатов Антон Александрович «Интерференция плазменных волн в двумерных электронных структурах GaAs/AlGaAs» " - по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» (диссертационный

совет при ФГБЮН Институт физики микроструктур Российской академии наук (ИФМ РАН), г. Нижний Новгород

Научно-образовательная деятельность ИФТТ РАН

ИФТТ РАН ведет активную работу в рамках интеграции РАН и высшего образования, а также с целью привлечения талантливой молодежи к научной работе и для подготовки молодых специалистов – кадров высшей категории в области физики твердого тела и физического материаловедения.

В ИФТТ РАН работают три базовые кафедры:

1) две базовых кафедры МФТИ.

Ведущий ВУЗ - Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», в отношении которого установлена категория «Национальный исследовательский университет».

1.1 Кафедра физики твердого тела. Кафедра организована в 1964 году, зав. кафедрой академик В.Ф. Гантмахер, количество привлеченных научных сотрудников – 13, количество студентов, проходящих обучение – 24, направление подготовки – 010600.

1.2. Кафедра «Физика и технология наноструктур». Кафедра организована в 2009 г., зав. кафедрой чл.-корр. РАН В.В. Лебедев, количество привлеченных научных сотрудников ИФТТ - 6, всего из разных институтов - 13, количество студентов, проходящих обучение – 15, направление подготовки – 010600

2) Базовое физическое отделение факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ им. М.В. Ломоносова

Ведущий ВУЗ – Московский государственный университет, физическое отделение создано в 2006 году, зав. физическим отделением д.ф.-м.н. В.Д. Кулаковский, количество привлеченных научных сотрудников – 25,

количество студентов, проходящих обучение – 48, направление подготовки – 010400 (физика).

При институте созданы и успешно функционируют шесть Научно-образовательных центров.

1. НОЦ «Водородная энергетика».

Руководитель – член-корреспондент РАН В.В.Кведер. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 13 апреля 2009 года (протокол №7) и приказа по ИФТТ РАН от 22.04.2009 №46-1252. В составе НОЦ: 6 молодых кандидата наук (до 35 лет), 4 аспирантов и соискателей и 5 студентов.

2. НОЦ «Экситонная и плазмонная поляритоника в полупроводниковых наноструктурах: фундаментально-научные основы, технология и приложения в технике»

Руководитель – академик В.Б.Тимофеев. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 13 апреля 2009 года (протокол №7) и приказа по ИФТТ РАН от 24.04.2009 №48-1252. В составе НОЦ: 9 молодых кандидатов наук (до 35 лет), 4 аспирантов и 12 студентов.

3. НОЦ «Исследование сильных корреляций в электронном газе в твердых телах»

Руководитель – академик В.Ф. Гантмахер. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 13 апреля 2009 года (протокол №7) и приказа по ИФТТ РАН от 18.05.2009 №52-1252. В составе НОЦ: 5 молодых кандидатов наук (до 35 лет), 4 аспиранта и соискателя и 7 студентов.

4. НОЦ «Получение и исследование кристаллических материалов с особыми структурой и свойствами»

Руководитель – д.ф.-м.н. Б.Б.Страумал. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 13 апреля 2009 года (протокол №7) и приказа по ИФТТ РАН от 18.05.2009 №49-1252. В составе НОЦ: 4

молодых кандидата наук (до 35 лет), 4 аспирантов и соискателей и 10 студентов.

5. НОЦ «Металлические наноматериалы: получение, структура, свойства»

Руководитель – проф. А.С.Аронин. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 15 февраля 2010 года (протокол №2) и приказа по ИФТТ РАН от 12.03.2010 №14-1252. В составе НОЦ: 3 молодых кандидата наук (до 35 лет), 3 аспиранта и 8 студентов.

6. НОЦ «Жаропрочные материалы»

Руководитель – член-корреспондент РАН М.И.Карпов. НОЦ создан во исполнение решения Ученого совета ИФТТ РАН от 15 февраля 2010 года (протокол №2) и приказа по ИФТТ РАН от 12.03.2010 №15-1252. В составе НОЦ: 2 молодых кандидата наук (до 35 лет), 3 аспиранта и 3 студента.

В Институте успешно работает Совет молодых ученых. Председатель Совета молодых ученых и специалистов – Шевчун Артем Федорович, (1979 года рождения) научный сотрудник, кандидат физико-математических наук.

В 2013 году двум молодым научным сотрудникам ИФТТ РАН: Ершову Антону и Капустину Александру - были присуждены стипендии имени Ю.А.Осипьяна за работы

- «Исследование формирования, структуры и свойств композитов из биоморфных матриц и металлических наполнителей для прямого преобразования радиации в электричество и сварки металла с керамикой» (Ершов А.А.) и

- «Измерение транспортных свойств узкощелевого полупроводника $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ с сильным спин-орбитальным взаимодействием с целью изучения поверхностных состояний» (Капустин А.А.).

Патентно-инновационная деятельность

Выставочная работа за 2013 г.

1. 16-й Московский Международный Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед-2013» (02.04.13г. – 05.04.13г.), КВЦ «Сокольники», г. Москва.
2. 9-ая Международная специализированная выставка химического анализа, лабораторных технологий, бионауки и диагностики «Аналитика Экспо – 2013» (16.04.13г. – 19.04.13г.), КВЦ «Сокольники», г. Москва,
3. 14-й Международный форум и выставка «Высокие технологии XXI века» - «ВТ XXI-2013» (24.04.13г. – 26.04.13г.), ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.
4. «Всероссийский Фестиваль науки-2013» (11.10.13г.-13.10.13г.), МГУ. г. Москва.
5. 17-ая Международная специализированная выставка химической промышленности и науки «Химия-2013» (28.10.13г. – 31.10.13г.), ЦВК «Экспоцентр» г. Москва.
6. Выставка «Open Innovations Expo» в рамках Московского Международного форума инновационного развития «Открытые инновации» (31.10.13г.- 02.11.13г.), МВЦ «Крокус Экспо», г. Москва.
7. IX Международная выставка «Оптико-электронные приборы и технологии OPTICS-EXPO – 2013» (12.11.13г. – 15.11.13г.), Всероссийский выставочный центр (ВВЦ), г. Москва.
8. Международная выставка и конференция «Энергоэффективность и энергосбережение» ENER-2013 (21.11.13г. - 23.11.13г.), Выставочный комплекс «Гостиный двор», г. Москва.
9. Международный форум по интеллектуальной собственности «Expriority-2013» (27.11.13г. – 29.11.13г.), ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.

Награды за инновационную деятельность (на выставках, форумах, салонах инноваций и инвестиций и т.д.) за 2013 год:

1. Диплом Федеральной службы по интеллектуальной собственности за разработку «Новый тип преобразователя ультрафиолетового излучения в белый свет», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Сеницын В.В., Редькин Б.С.
2. Диплом и Золотая медаль 16-го Московского Международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2013» за разработку «Новый тип преобразователя ультрафиолетового излучения в белый свет», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Сеницын В.В., Редькин Б.С.
3. Диплом и Золотая медаль 16-го Московского Международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2013» за разработку «Магнетронная мишень из высокочистого никеля для тонкопленочной металлизации в микроэлектронике», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Глебовский В.Г., Штинов Е.Д.
4. Диплом и Золотая медаль 16-го Московского Международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2013» за разработку «Новые алмазоподобные пленки для использования в электронике и медицине», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Брантов С.К., Борисенко Д.Н.
5. Почетный Диплом и Золотая Медаль конкурса (1 место) за проект «Сапфировые волокна для лазерной внутритканевой терапии и диагностики» в номинации «*Инновационный потенциал молодежи*» (в рамках XVI Московского Международного Салона изобретений и инновационных технологий "Архимед"), апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. (Стрюков Д.О.)
6. Сертификат, удостоверяющий участие ИФТТ РАН в Международной выставке «Аналитика Экспо - 2013» (11-ой Международной выставке лабораторных технологий, химического анализа, биотехнологий и диагностики) и высокую оценку Оргкомитета за актуальность и

профессионализм представленной экспозиции, апрель 2013г., КВЦ «Сокольники», г. Москва.

7. Диплом Международной выставки «Аналитика Экспо - 2013» за разработку «Сапфировый зонд для оптической экспресс диагностики и удаления злокачественных тканей мозга», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Курлов В.Н., Шикунова И.А.

8. Диплом Международной выставки «Аналитика Экспо - 2013» за разработку «Рентгеновская микродиагностика биомедицинских, электронных и конструкционных объектов», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Классен Н.В.

9. Диплом Международной выставки «Аналитика Экспо - 2013» за разработку «Лабораторная установка по измерению тока, наведенного лазерным пучком (LBIC), для анализа рекомбинационной активности дефектов и распределения диффузионной длины неосновных носителей в кремнии для солнечной энергетики», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Кведер В.В., Хорошева М.А.

10. Диплом Международной выставки «Аналитика Экспо - 2013» за разработку «Микро- и мезопористые углеродные наноструктуры с решеткой инвертированного опала», апрель 2013 г., КВЦ «Сокольники», г. Москва. Авторы: Емельченко Г.А., Масалов В.М.

11. Сертификат участника - ИФТТ РАН - Международного форума и выставки «Высокие технологии XXI века» апрель 2013 г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.

12. Свидетельство о награждении ИФТТ РАН Почетным знаком Бронзовая статуэтка «Святой Георгий» за проект «Новые наноструктурированные и нанопористые материалы на основе глобулярных структур диоксида кремния для микро – и оптоэлектроники, электротехники и медицины» в рамках Международного форума и выставки «Высокие технологии XXI века», апрель 2013 г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва. Авторы: Емельченко Г.А., Масалов В.М.

13. Диплом и статуэтка «Фортуна» ИФТТ РАН от Торгово-промышленной палаты Российской Федерации – «За высокий вклад в развитие отечественной науки, создание универсальной лабораторной базы, проведения фундаментальных и прикладных исследований, разработку инновационных передовых технологий и в связи с 50-летием со дня образования» в рамках VI Международного форума «Интеллектуальная собственность – XXI век», апрель 2013г., Конгресс-центр Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, г. Москва
14. Диплом за участие ИФТТ РАН в 17-ой Международной специализированной выставке «Химия-2013», октябрь 2013 г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.
15. Диплом за участие ИФТТ РАН в выставке «Open Innovations Expo», октябрь – ноябрь 2013 г., г. Москва, МВЦ «Крокус Экспо», г. Москва.
16. Свидетельство Министерства образования и науки Российской Федерации ИФТТ РАН – участника экспозиции Московского Международного форума инновационного развития «Open Innovations Expo», октябрь – ноябрь 2013 г., МВЦ «Крокус Экспо», г. Москва.
17. Диплом и Медаль за участие ИФТТ РАН в IX Международном форуме «Оптические системы и технологии – Optics-Expo 2013», ноябрь 2013г., Всероссийский выставочный центр (ВВЦ), г. Москва.
18. Диплом Всероссийского выставочного центра Института за проект «Кристаллы халькогенидов металлов для нелинейной оптики», представленный на IX Международном форуме «Оптические системы и технологии – Optics-Expo 2013», ноябрь 2013г., Всероссийский выставочный центр (ВВЦ), г. Москва.
19. Диплом Всероссийского выставочного центра Института за проект «Новый тип преобразователя ультрафиолетового излучения в белый свет», представленный на IX Международном форуме «Оптические системы и технологии – Optics-Expo 2013», ноябрь 2013г., Всероссийский выставочный центр (ВВЦ), г. Москва.

20. Медаль Всесоюзного выставочного центра «За успехи в научно-техническом творчестве» (за лучший доклад на конференции) Стрюкову Д.О. в рамках IX Международного форума «Оптические системы и технологии – Optics-Euro 2013», ноябрь 2013г., Всероссийский выставочный центр (ВВЦ), г. Москва.

21. Диплом ИФТТ РАН за участие в II Международном форуме «Энергоэффективность и энергосбережение» ENER-2013, ноябрь 2013г., Выставочный комплекс «Гостиный двор», г. Москва.

22. Диплом ИФТТ РАН за активное участие в выставке инновационных продуктов и технологий в рамках V Международного форума по интеллектуальной собственности «Exropriority-2013», ноябрь 2013г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.

23. Свидетельство ИФТТ РАН за участие в конкурсе инновационных проектов и разработок в рамках V Международного форума по интеллектуальной собственности «Exropriority-2013», ноябрь 2013г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.

24. Сертификат к Золотой Медали Лауреата конкурса инновационных проектов и разработок ИФТТ РАН за проект «Новые композиционные материалы на основе карбидокремниевой керамики для нефтегазовой и авиакосмической промышленности» (руководитель проекта Шикунов С.Л.) на V Международном форуме по интеллектуальной собственности «Exropriority-2013», ноябрь 2013г., ЦВК «Экспоцентр», г. Москва.

Патентная деятельность в 2013г.

А. Получено патентов - 6

На изобретение РФ - 6

1. №2471268 «Способ получения высокотемпературного сверхпроводника в системе магний-оксид магния», авторы: Сидоров Н.С., Пальниченко А.В., приоритет: 07.12.11, зарегистрирован: 27.12.12
2. №2471269 «Способ получения высокотемпературного сверхпроводника в системе алюминий-оксид алюминия», авторы:

Сидоров Н.С., Пальниченко А.В., приоритет: 07.12.11, зарегистрирован: 27.12.12

3. №2471706 «Устройство для получения массивов углеродных нанотрубок на металлических подложках», авторы: Колесников Н.Н., Борисенко Д.Н., Левченко А.А., приоритет: 09.06.11, зарегистрирован: 10.01.13

4. №2485217 «Способ получения монокристаллов теллурида галлия (II)», авторы: Колесников Н.Н., Борисенко Д.Н., Борисенко Е.Б., приоритет: 29.03.12, зарегистрирован: 20.06.13

5. №2485218 «Способ получения кристаллов вольфрамата натрия-висмута», авторы: Редькин Б.С., Колесников Н.Н., Борисенко Д.Н., приоритет: 29.03.12, зарегистрирован: 20.06.13

6. №2496442 «Крионаконечник с сапфировым хладопроводом-облучателем», авторы: Межов-Деглин Л.П., Курлов В.Н., Шикунова И.А., Макова М.К., Лохов А.В., приоритет: 12.12.11, зарегистрирован: 27.10.13

Б. Подано 5 заявок на получение патентов на изобретения РФ - 4:

1. №2013105833 «Способ эксфолиации слоистых кристаллических материалов», авторы: Орлов В.И., Колесников Н.Н., Борисенко Д.Н., Борисенко Е.Б., приоритет: 12.02.13

2. №2013105832 «Способ получения слоев карбида кремния», автор: Брантов С.К., приоритет: 12.02.13

3. №2013110743 «Генератор субтерагерцового и терагерцового излучения на основе оптического транзистора», автор: Соловьев В.В., приоритет: 12.03.13

4. №2013161209 «Способ получения пластин на основе карбида кремния», автор: Брантов С.К., приоритет: 13.12.13

на полезную модель - 1:

1. №2013149749 «Устройство ввода излучения в сапфировое волокно», авторы: Стрюков Д.О., Шикунова И.А., Курлов В.Н.

С. Получены положительные решения по заявкам:

Получено положительных решений по заявкам на изобретение:

1. №2012112188 «Способ получения монокристаллов теллурида галлия(II)», авторы: Колесников Н.Н., Борисенко Д.Н., Борисенко Е.Б., приоритет: 29.03.12, положительное решение: 12.02.13
2. №2012112190 «Способ получения кристаллов вольфрамата натрия-висмута», авторы: Колесников Н.Н., Редькин Б.С., Борисенко Д.Н., приоритет: 29.03.12, положительное решение: 12.02.13
3. № 2012124464 «Устройство для визуализации электрических полей СВЧ в пространстве», авторы: Карпов И.А., Шу Э.Д., Мерзляков Г.В., Трунин М.Р., приоритет: 13.06.12, положительное решение: 06.09.13
4. №2012116329 «Способ удаления опухолей мозга с выделением границ опухоли флуоресцентной диагностикой с одновременной лазерной коагуляцией и аспирацией и устройство для его осуществления», авторы: Курлов В.Н., Шикунова И.А., Киселев А.М., Есин И.В., приоритет: 23.04.12, положительное решение: 06.12.13

Д. Поддерживаются в силе 73 патентов:

62 патента РФ:

1. №2154122 зарегистрирован 10.08.00
2. №2160790 зарегистрирован 20.12.00
3. №2178958 зарегистрирован 27.01.02
4. №2232736 зарегистрирован 20.07.04
5. Патент на ПМ №88150 зарегистрирован 27.10.09
6. №2372873 зарегистрирован 20.11.09
7. №2379071 зарегистрирован 20.01.10
8. №2401479 зарегистрирован 10.10.10
9. №2402050 зарегистрирован 20.10.10
10. №2402749 зарегистрирован 27.10.10
11. Патент на ПМ №92617 зарегистрирован: 23.03.10
12. Патент на ПМ №95499 зарегистрирован:10.07.10
13. Патент на ПМ №99317 зарегистрирован: 20.11.10
14. №2415805 зарегистрирован 10.04.11

15. №2418874 зарегистрирован 20.05.11
16. №2424009 зарегистрирован 20.07.11
17. №2427926 зарегистрирован 27.08.11
18. №2429315 зарегистрирован 20.09.11
19. Патент на ПМ №108608 зарегистрирован: 20.09.11
20. №2434955 зарегистрирован:27.11.11
21. №2434959 зарегистрирован: 27.11.11
22. №2434960 зарегистрирован: 27.11.11
23. №2436199 зарегистрирован 10.12.11
24. №2436197 зарегистрирован 10.12.11
25. №2436198 зарегистрирован 10.12.11
26. №2436728 зарегистрирован 20.12.11
27. №2437104 зарегистрирован 20.12.11
28. №2441300 зарегистрирован: 27.01.12
29. №2441845 зарегистрирован: 10.02.12
30. №2441931 зарегистрирован: 10.02.12
31. №2441932 зарегистрирован: 10.02.12
32. №2441933 зарегистрирован: 10.02.12
33. №2441934 зарегистрирован: 10.02.12
34. №2441935 зарегистрирован: 10.02.12
35. №2441936 зарегистрирован: 10.02.12
36. №2442749 зарегистрирован: 20.02.12
37. №2442837 зарегистрирован: 20.02.12
38. №2442847 зарегистрирован: 20.02.12
39. №2443627 зарегистрирован 27.02.12
40. №2446096 зарегистрирован: 27.03.12
41. №2446219 зарегистрирован: 27.03.12
42. №2446228 зарегистрирован:27.03.12
43. №2446229 зарегистрирован: 27.03.12
44. Патент на ПМ №115507 зарегистрирован: 27.04.12
45. Патент на ПМ №116083 зарегистрирован 20.05.12

46. №2454481 зарегистрирован: 27.06.12
47. №2454482 зарегистрирован 27.06.12
48. №2454483 зарегистрирован 27.06.12
49. №2454484 зарегистрирован 27.06.12
50. №2456712 зарегистрирован 20.07.12
51. №2464336 зарегистрирован: 20.10.12
52. №2465376 зарегистрирован: 27.10.12
53. №2465566 зарегистрирован: 27.10.12
54. №2465694 зарегистрирован: 27.10.12
55. №2469119 зарегистрирован 10.12.12
56. №2469115 зарегистрирован 10.12.12
57. №2471268 зарегистрирован: 27.12.12
58. №2471269 зарегистрирован: 27.12.12
59. №2471706 зарегистрирован: 10.01.13
60. №2485217 зарегистрирован: 20.06.13
61. №2485218 зарегистрирован: 20.06.13
62. №2466442 зарегистрирован: 27.10.13

11 зарубежных патентов, авторов: Гнесин Б.А., Гуржиянц П.А.

1. патент США № 6,589,898 от 08.07.2003 г.,
2. патент США № 6,770,856 от 03.08.2004 г.;
3. патент Израиля № 140633 от 20.09.2005 г.,
4. патент Израиля № 151182 от 04.09.2007 г.;
5. патент Канады № 2,336,695 от 15.07.2008 г.
6. патент ЕПВ (Европейское патентное ведомство) №1260882 от 12.11.2008 г.
7. патент Канады №2,400,656 от 20.10.2009
8. патент Турции TR200900671 по ЕПВ №1260882 от 12.11.2009 г.
9. Патент Японии №4499334 от 23.04.2010 г.
10. Патент ЕПВ (Европейское патентное ведомство) №1123908 от 24.08.11
11. Патент Японии №4853750 от 04.11.11

Охрана интеллектуальной собственности в 2013 году

1. Название организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН)		
2. Подано заявок на выдачу патента РФ на изобретение	4	3. Получено положительных решений по заявкам на выдачу патента РФ на изобретения	4
4. Получено патентов РФ на изобретения	6	5. Прекращено патентование изобретений в РФ	–
6. Поддерживается в РФ патентов на изобретения	62	7. Подано заявок на получение патентов на изобретение за границей	–
8. Подано заявок на получение патентов на изобретение в страны СНГ	–	9. Получено патентов на изобретения за границей	–
10. Получено патентов на изобретения в странах СНГ	–	11. Поддерживается за границей патентов на изобретения	11
12. Поддерживается патентов на изобретения в странах СНГ	–	13. Прекращено патентование изобретений за границей	–
14. Прекращено патентование изобретений в странах СНГ	–	15. Продано лицензий в РФ	–
16. Заключено с зарубежными организациями соглашений (контрактов) с использованием объектов интеллектуальной собственности	–	17. Заключено с организациями стран СНГ соглашений (контрактов) с использованием объектов интеллектуальной собственности	–
18. Заключено договоров о переуступке прав	–	19. Подано заявок на регистрацию товарных знаков в РФ	–
20. Получено свидетельств на товарный знак	–	21. Получено свидетельств на товарный знак за границей	–
22. Подано заявок на выдачу патента РФ на промышленный образец	–	23. Получено патентов РФ на промышленные образцы	–
24. Получено патентов на промышленные образцы за границей	–	25. Подано заявок на полезные модели	1
26. Получено патентов на полезные модели	–	27. Подано заявок на регистрацию программ для ЭВМ	–
28. Подано заявок на регистрацию программ для БД	–	29. Подано заявок на регистрацию топологий ИМС	–
30. Продано «НОУ-ХАУ»	--	31. Численность патентной службы	4

Сведения о патентном подразделении

Название патентной службы	Инновационно-патентный отдел
Руководитель, тел., E-mail	Чашечкина Ж.Ю., 84965228215, ipo@issp.ac.ru
Сотрудники:	
Ф.И.О., телефон	Колесникова О.С., Колчина М.В., Карпова И.А. 84965228215
E-mail	ipo@issp.ac.ru

Сведения по международной деятельности ИФТТ РАН за 2013 г.

1. Перечень тем двустороннего сотрудничества в рамках соглашений между Российской академией наук и научными учреждениями зарубежных стран, в которых участвует Институт

Страна	Наименование темы научной работы в рамках безвалютного обмена	Срок командировки в чел/дн.	Период действия соглашения
Болгария	Изучение условий протекания тока по ВТСП/манганит гетероструктурам и механизма влияния тока на их резистивность	0	2012-2014
Латвия	Экспериментальное изучение микротвердости границ зерен и тройных стыков в металлах	0	2013
Польша	Высокие давления как инструмент для фундаментальных исследований и синтеза новых материалов для промышленного применения	32	2011-2013
Польша	Фазовые превращения в алюминиевых сплавах под действием интенсивной пластической деформации	21	2011-2013
Франция	Пространственно-временные	30	2013

	неоднородности в пластичности кристаллов и коллективная динамика дислокаций		
--	---	--	--

2.Перечень тем двустороннего сотрудничества в рамках прямых связей между Институтом и научными учреждениями зарубежных стран

Страна	Наименование темы сотрудничества	Срок командировки в дн.	Период действия соглашения
КНР	Договор о научном сотрудничестве в области роста кристаллов и цветных металлов (Китай, г.Пекин, GRIMN)	0	2011-2016
КНР	Контроль дефектов монокристаллов кремния, предназначенных для глубокой субмикронной интегрированной схемы	0	2003-бессрочно
Украина	Договор о сотрудничестве в проведении совместных исследований в области новых, в том числе нанокристаллических, материалов с ДонФТИ НАНУ (г.Донецк)	0	2011-2021
Азербайджан	Договор о сотрудничестве по теме: «Экспериментальные исследования особенностей	0	2012-2013

	электронной системы в слоистых полупроводниках и сверхпроводниках, а также в тонких пленках на их основе» (Институт физики НАНА, г.Баку)		
Греция	Соглашение о поддержке сотрудничества с Университетом Патраса	0	2008-бессрочно
Япония	Меморандум о намерениях	0	1993-бессрочно
Германия	Научный договор «Монокристаллический кремний и технология выращивания кристаллов» (АО Бош Солар Энерги)	0	2010 - 2013
Германия	Меморандум о намерениях по реализации и исследованию структур цифровой и квантовой логики с использованием джозефсоновских контактов сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник. (г.Карлсруэ, КИТ)	93	2010-2013

Участие в международных конференциях за рубежом

Страна	Название конференции	Даты конферен	Число деле-	Финансовые условия (ПС-
--------	----------------------	---------------	-------------	-------------------------

		-ции	готов	за счет принимающей стороны, РФФИ – гранты РФФИ, РАН – из средств Программ РАН, Х/Д- из средств хоздоговора, Г/К- из средств госконтракта), грант МНО-гоант минобрнауки
Германия	Международная школа-семинар по квантовому процессингу	25.02-08.03	1	РАН, НОЦ
Греция	14-я Международная конференция по межзеренным и межфазным границам в материалах ПВ2013	23.06-28.06	4	РФФИ, РАН
Италия	Международная конференция «Interferometry and Interactions in Non-	08.04-12.04	2	РФФИ, ПС

	Equilibrium Meso-and Nano-Systems»			
Великобритания	12-я Международная конференция по прочности композитов	08.04-11.04	1	РФФИ
Италия	9-й Международный симпозиум по моделированию гистерезиса и микромагнетизму НММ2013	13.05-15.05	1	РАН
Молдова	Международная конференция по нанотехнологиям и биомедицинской инженерии ICNBME-2013	18.04-20.04	1	РФФИ
Япония	Международная конференция «International Workshop on Optical Terahertz Science and Technology 2013, OTST 2013»	01.04-05.04	1	ПС
Германия	2-я Международная конференция по материалам энергетики	12.05-18.05	1	РФФИ
Украина	Международная конференция «Химия, физика и технологии поверхности»	15.05-17.05	1	РФФИ

Италия	Международная конференция «Trends Challenges and Emergent New Phenomena in Multifunctional Materials»	20.05-23.05	1	РАН, РФФИ, Грант МОН
Германия	Международная конференция «Quantum Hall Effect and Related Topics»	26.06-28.06	1	РАН, РФФИ
Австрия	Международная конференция «Plansee Seminar 2013»	03.06-07.06	1	РФФИ
Германия	5-я Международная конференция «Фундаментальные основы диффузии» (Df V)	26.08-28.08	1	РФФИ
Греция	14-я Международная конференция «Physics of Light-Matter coupling in Nanostructures» PLMCN14	26.05-01.06	1	РФФИ, РАН, грант МОН
Польша	20-я Международная конференция «Современные материалы и технологии» АМТ-2013	09.06-13.06	1	РФФИ, ПС
Франция	Международная конференция по спин-электронике (ICSO-	10.06-15.06	1	РФФИ

	Toulouse 2013)			
Япония	19-я Международная конференция по ионике твердого тела SSI-19	31.05-08.06	2	РАН
Канада	Международный симпозиум по кристаллическим органическим металлам (ISCOM2013)	14.07-19.07	1	РФФИ
Польша	20-я Международная конференция по электронным свойствам двумерных систем EP2DS-20	01.07-05.07	1	РФФИ
Ю.Корея	14-я Международная конференция «On Formation Semiconductor Interfaces» ICFSI-14	30.06-05.07	1	РФФИ
Китай	38-я Международная конференция «On Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics» VUVX 2013	12.07-19.07	1	РФФИ
Португалия	4-я Международная конференция «Integrity, Reliability, & Failure» IRF2013	23.06-27.06	1	РФФИ
Азербайджан	Международная конференция «Novel	04.07-06.07	2	Соглашение 8525

	Semiconductor Materials and Structures»			
Швеция	Международная конференция по антираковым препаратам	22.08-23.08	1	РФФИ
Италия	Международная конференция «Геометрические аспекты квантовых состояний в физике конденсированного состояния»	01.07-05.07	1	РФФИ, ПС
Италия	11 European conference on Applied Superconductivity (Eucas 2013)	15.09-19.09	1	РФФИ, РАН
Польша	17-я Международная конференция по росту кристаллов	11.08-16.08	1	ПС
Греция	Международная конференция Joint European Magnetic Symposium JEMS 2013	25.08-30.08	1	РАН, РФФИ
Великобритания	28-я Европейская Кристаллографическая конференция ЕСМ-28	25.08-30.08	3	РАН, ПС, НОЦ, Х/Д
Швеция	Международная конференция IANS-IAPSO-IASPEI 2013	22.07-26.07	1	РАН

Великобритания	Международная конференция «European High Pressure Research International Meeting (EHPRG 51)»	01.09-06.09	2	РФФИ
Великобритания	European Planetary Science Congress (EPSC 2013)	08.09-13.09	1	РФФИ
Италия	Международная конференция «Non-Equilibrium Bosons: From Driven Condensates to Non-Linear Optics»	19.08-23.08	1	РФФИ, РАН
Франция	19-й Международный вакуумный конгресс IVC-19	09.09-13.09	2	РФФИ
Хорватия	Международная конференция по применению эффекта Мёсбауэра ICAME-2013	01.09-06.09	1	РФФИ
Германия	12-я Международная конференция по фотоэлектрическим жидким кристаллам FLCC2013	01.09-06.09	1	РФФИ, РАН
Италия	13-я Международная конференция по оптике экситонов в	07.09-15.09	1	РАН, РФФИ

	ограниченных системах OECS-13			
Испания	Международная конференция DINCMA-2013	09.09-13.09	1	РАН, РФФИ
Испания	Международная конференция EUROMAT-2013	08.09-13.09	2	РФФИ, РАН
Испания	15-я Международная конференция «Transport in Interacting Disordered Systems»	30.09-06.09	1	РФФИ
Молдова	Конференция Гумбольд-Коллег	13.09-16.09	1	РФФИ, ПС
Украина	Международная конференция ICFM'2013	29.09-05.10	2	РАН, РФФИ
Китай	8-я Международная конференция «High Temperature Ceramic Matrix composites»	22.09-26.09	1	РФФИ
Украина	5-я Международная конференция «Физика неупорядоченных систем» PDS-2013	14.10-17.10	1	ПС
Япония	13-й Международный симпозиум по твердооксидным топливным элементам SOFC-13	06.10-11.10	5	РАН, Х/Д, Мегагрант

Украина	Международная конференция HighMatTech	07.10-11.10	1	РФФИ
Япония	20-я Международная конференция International Display Workshops IDW'13	04.12-06.12	1	РФФИ
США	Международная конференция по когерентным гибридным структурам	17.10-20.10	1	РФФИ, ПС
Украина	4-я Международная конференция «Наноразмерные системы: строение, свойства, технологии»	19.11-22.11	2	РАН, РФФИ

4.Международные мероприятия, которые проводились в Институте или при участии Института

Наименование мероприятия	Даты проведения
Всероссийская конференция с международным участием «Топливные элементы и энергоустановки на их основе»	01.07-05.07
III Московские чтения по проблемам прочности материалов, посвященные 100-летию М.П.Шаскольской	Сентябрь 2013
XIX Международная конференция по постоянным магнитам	Сентябрь 2013

5. Участие в международных программах

Название программы	Период действия
РФФИ-НЦНИ (Франция) №12-02-91055 (PICS) «Экспериментальные и теоретические исследования наноразмерных сверхпроводников: вихревое состояние, флуктуации, куперовское спаривание»	2012-2014
РФФИ-НЦНИ (Франция) №12-03-91059 (PICS-2-12) «Структурные переходы в молекулярных моторах, диэлектриках и мультиферроиках»	2012-2014
РФФИ-Бел №12-02-90015 «Исследование особенностей наномасштабного массопереноса при статической и динамической деформации твердых тел»	2012-2014
Европейские Комиссии (грант №911027)-Седьмая Рамочная «Визуализация орбиталей. Разрешение электронных орбиталей в сканирующей туннельной микроскопии»	2012-2015
Европейские Комиссии (грант №284743)-Седьмая Рамочная «Преобразование спина фотона в угловой момент для применения в квантовых технологиях»	2012-2015
РФФИ-Украина №13-02-90448 «Новые низкоразмерные формы оксидов редкоземельных элементов для высокоэффективной порошковой лазерной генерации»	2013-2014
РФФИ-Украина №13-08-90459 «Научные основы разработки нового класса высокотемпературных композитов-высокоэнтропийный сплав-оксидное волокно»	2013-2014
РФФИ-Украина №13-02-90435 «Исследование	2013-2014

физических свойств гетероструктур ферромагнитик-сверхпроводник»	
РФФИ-Украина №13-08-90422 «Новые критические капиллярные явления в наноматериалах (включая псевдонеполное смачивание границ зерен в равновесном и эквифиольном состоянии)»	2013-2014
Договор ИФТТ РАН –L'OREAL Франция	2013
Договор о научно-исследовательской работе ИФТТ РАН с BOSCH (Германия)	2011-2013

6. Стажировки и прием иностранных ученых

Стажировки российских ученых (кол-во)	Стажировки зарубежных ученых (кол-во)	Принято иностранных ученых (кол-во)
1	0	24

7. Сведения об избрании академиков и членов-корреспондентов, работающих в Институте, иностранными членами академий наук, почетными докторами университетов, научных обществ зарубежных стран, а также о награждении их международными премиями, орденами и медалями.

Фамилия И.О. действительного члена или члена-корреспондента РАН	Страна	Полное наименование учреждения, избравшего члена РАН своим иностранным	Полученная позиция в международной/иностранной организации или наименование премии, ордена, медали и др.

		членом или представившего члена РАН к награде	
-			

8.Дополнительные сведения.

8.1.Количество зарубежных командировок сотрудников института – 142 из них за счет принимающей стороны – 20, частично за счет принимающей стороны – 53

8.2.Количество зарубежных командировок директора института, оформленных в ИФТТ РАН (общая продолжительность в днях) – 0

В 2013 году научный сотрудник ИФТТ РАН Когтенкова Ольга Александровна была удостоена национальной стипендии L'ORÉAL – ЮНЕСКО «Для женщин в науке» для лучших молодых ученых за исследование физических процессов, происходящих в наноструктурных материалах. Стипендия О.А.Когтенковой является одной из 10, выделенных фондом L'ORÉAL – ЮНЕСКО для молодых ученых России.

Проект аспиранта ИФТТ РАН Иванова Алексея Игоревича «Разработка электрохимически активных защитных слоев для среднетемпературных твердооксидных топливных элементов» занял призовое место на заключительном этапе конкурса УМНИК.

В 2013 году 17 сотрудников (6 научных сотрудника и 11 ИТР) Института были награждены Почетными грамотами РАН и Профсоюза работников РАН, 8 сотрудников (7 научных сотрудников и 1 ИТР) удостоены Почетного знака Московской областной Думы «За трудовую доблесть», 3 сотрудника (ИТР) награждены Грамотами Главы городского округа Черноголовка «За многолетний и добросовестный труд», академик

В.Б.Тимофьев и член-корреспондент РАН В.В.Кведер - Почетными грамотами Главы городского округа Черноголовка и 21 сотрудник (11 научных сотрудников и 10 ИТР) получили Благодарственное письмо Московской областной Думы «За многолетний добросовестный труд».

Справка по штатному состоянию на 1 декабря 2013 г.

Количество сотрудников	2012 год	2013 год
Сотрудники ИФТТ	472	476
Совместители	42	34
в том числе научные сотрудники	44	8
Научные сотрудники	211	209
в том числе:		
доктора наук	56	56
кандидаты наук	113	111
Молодые специалисты, принятые в ИФТТ	6	2

Финансовая справка на 1 декабря 2013года в тыс. руб.

Доходы за 11 месяцев, всего (тыс. руб.)	323776	100%
Бюджетное финансирование РАН	222165	68.6
Финансирование из РФФИ	37921	11.7
Финансирование из Миннауки	32812	10.1
Получено по хоздоговорам	22703	7
Получено по международным контрактам	1800	0.6
Получено по коммерческой деятельности	1923	0.6
Аренда	4452	1.4
Расходы за 11 месяцев, всего	266945	100%
Заработная плата	137478	51,5
Начисления на заработную плату	39889	14.9
Выплаты из ФМП	809	0,3
Коммунальные платежи	17556	6.6
Научная работа (материалы, приборы и т.п.)	43731	16.4
Прочие расходы (канц., связь, ремонт)	26689	10
Оборудование	793	0.3