

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И НАУЧНО-
ОРГАНИЗАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЗА 2008 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 2008 году	3	
Основные достижения ИФТТ РАН в 2008 году	4	
Научные результаты, полученные в ИФТТ РАН в 2008 году:	8	
Сильно коррелированные электронные системы	7	1-4
Физика сверхпроводящих гетероструктур и Джозефсоновские явления	9	5-7
Оптика полупроводниковых наноструктур	10	8-13
Электронные свойства низкоразмерных полупроводниковых структур	12	14-25
Спин-зависимые эффекты и спинтроника	15	26-34
Физика поверхностных атомных структур	18	35-42
Фуллерены и атомные кластеры	20	43-49
Физика и инженерия дефектов в кристаллических веществах	22	50-57
Структурный анализ реальных кристаллов	25	58-62
Нелинейные волновые процессы в жидком водороде и гелии	28	63-66
Нанокристаллические и наноструктурные материалы	29	67-80
Фазовые переходы под давлением	34	81-87
Новые металлические материалы и сплавы со специальными свойствами	35	88-91
Квантовая криптография и квантовая теория информации	36	92
Развитие технологий производства новых полупроводниковых и диэлектрических кристаллов	37	93-104
Синтез, свойства и применения новых сверхпроводящих материалов	40	105-107
Композитные керамические материалы	41	108
Развитие экспериментальной и технологической базы	42	109
Поисковые и инновационные проекты, выполняемые за счет внебюджетного финансирования -	42	110-159
Основные результаты и разработки, готовые к практическому применению	57	1-2
Характеристика научно-организационной деятельности ИФТТ РАН в 2008 году	58	
Патентно-инновационная деятельность	58	
Характеристика международных связей ИФТТ РАН	62	
Доходы и расходы на 1 декабря 2008 г.	68	
Сотрудники института на 1 декабря 2008 г.	68	

В течение 2008 года Институт физики твердого тела РАН проводил научные исследования по следующим, ранее утвержденным и отраженным в плане работ на 2008 г., основным направлениям:

1. Сильно коррелированные электронные системы
2. Физика сверхпроводящих гетероструктур и Джозефсоновские явления
3. Оптика полупроводниковых наноструктур
4. Электронные свойства низкоразмерных полупроводниковых структур
5. Спин-зависимый электронный транспорт и спинтроника
6. Физика поверхностных атомных структур
7. Фуллерены и атомные кластеры
8. Физика и инженерия дефектов в кристаллических веществах
9. Структурный анализ реальных кристаллов
10. Нелинейные волновые процессы в жидком водороде и гелии
11. Нанокристаллические и наноструктурные материалы
12. Фазовые переходы под давлением
13. Новые металлические материалы и сплавы со специальными свойствами
14. Квантовая криптография и квантовая теория информации
15. Развитие технологий производства новых полупроводниковых и диэлектрических кристаллов
16. Синтез, свойства и применения новых сверхпроводящих материалов
17. Композитные керамические материалы
18. Развитие материально-технической базы

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

- Программы Мин.обр.науки – 10 контрактов;
- Программы РАН – 84 проекта;
- Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) и региональные РФФИ – 83 проектов;
- Программа поддержки "Ведущих научных школ" - 3 проекта;
- ИНТАС + Седьмая Европейская рамочная программа – 7 проектов;
- CRDF - 3 проекта;
- РФФИ – Тайвань - 1 проект;
- РФФИ – Италия - 1 проект;
- РФФИ – Израиль – 1 проект;
- РФФИ - Индия – 1 проект;
- РФФИ – Молдавия – 3 проекта;
- РФФИ – НИИО – 2 проекта;
- контракты и договоры на выполнение НИР - 30 проектов

По результатам исследований научными сотрудниками Института в 2008 году на заседаниях Ученого совета было сделано 79 докладов по статьям, направляемым в печать (41 статей в Российские журналы, 38 в иностранные). Всего в 2008 году сотрудники института опубликовали 226 статей в реферируемых журналах и сделали более 300 докладов на конференциях (в том числе около 130 на международных).

В 2008 году профессор, доктор технических наук М.И.Карпов был избран членом-корреспондентом РАН.

С целью улучшения обеспечения выполнения фундаментальных научных исследований и прикладных разработок в области физики конденсированного состояния и материаловедения и с целью совершенствования существующего в ИФТТ методического принципа в 2008 г. в ИФТТ РАН был создан Распределенный центр коллективного пользования.

В 2008 году на основании решения Ученого совета в ИФТТ РАН был создан сектор нанолитографии, который возглавил кандидат физико-математических наук А.Ю.Русанов. Ученым советом ИФТТ по предложению директора Института были избраны новые заведующие двух лабораторий: заведующим лабораторией реальной структуры кристаллов (ЛРСК) был избран доктор физико-математических наук В.С.Горнаков, а заведующим лабораторией армированных систем (ЛАС) - кандидат технических наук В.М.Кийко.

В 2008 году дирекция Института провела 58 заседаний, на которых было рассмотрено около 150 вопросов.

Некоторые основные результаты, полученные в ИФТТ РАН в 2008 году

В области физики сверхпроводящих гетероструктур и Джозефсоновских явлений

1) Разработана новая технология создания сверхпроводящих фазовых инверторов (Джозефсоновских SFS π -контактов) с большим критическим током на основе тонких слоев ниобия (S) и ферромагнитного сплава $\text{Cu}_{0.47}\text{Ni}_{0.53}$ (F) с $T_{\text{Curie}}=60\text{K}$. Толщина ферромагнитного слоя подбирается таким образом, что, вместо обычного джозефсоновского соотношения $I=I_c \sin \varphi$ между сверхпроводящим током I и разностью сверхпроводящих фаз φ в S электродах, в таких контактах наблюдается соотношение $I = I_c \sin(\varphi + \pi)$. Согласно теории, в сверхпроводящем кольце с нечетным числом π -контактов должен возникать спонтанный магнитный поток, равный половине кванта магнитного потока $\Phi_0/2$. В 2008 г. в ИФТТ были впервые изготовлены образцы, содержащие сетки «обычных» джозефсоновских 0-контактов и SFS π -контактов и исследованы их магнитные поля методом сканирующего СКВИД-магнетометра. В результате были впервые экспериментально наблюдаемы спонтанные магнитные потоки в таких двумерных сетках с π -контактами. Спонтанный поток возникает только в ячейках с нечетным числом π -контактов. Было исследовано упорядочение спонтанного магнитного потока в сетках с различными ячейками, и показано что наиболее вероятными являются состояния с антипараллельным взаимным расположением потока в соседних ячейках.
(д.ф.-м.н. В.В.Рязанов, тел. (496) 52574)

В области сильно коррелированных электронных систем

2) Обнаружены эффекты резистивных переключений в пленочных гетероструктурах $\text{Nd}_{1.75}\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_{4-y}/\text{Ag}$. В зависимости от стехиометрии кислорода гетероструктуры демонстрируют изменение типа носителей и инверсию знака эффекта резистивных переключений (ЭРП). Показано, что переключения контролируются двумя процессами: изменением резистивного состояния интерфейса: сильно коррелированная электронная система/нормальный металл под влиянием электрического тока и электродиффузии кислорода. Электродиффузия кислорода под влиянием электрического поля тока в гетероструктурах с ЭРП обеспечивает

проявление свойств одного из базовых элементов схемотехники “мемристора”, обсуждаемого в настоящее время в литературе. Возможность регулировать времена переключений и параметры “on-” и “off-” состояний делает эти устройства перспективными в качестве элементов памяти «RAM».
(к.ф.-м.н. Н.А.Тулина тел. (496) 522 53 42)

В области оптики полупроводниковых наноструктур

3) Выполнены исследования пространственного коррелятора амплитуд Бозе-конденсата дипольных экситонов, накапливаемых в кольцевых ловушках в GaAs/AlGaAs гетероструктурах с одиночной квантовой ямой. В условиях Бозе-конденсации экситонов возникает пространственно-периодическая структура пятен люминесценции, которые оказываются когерентно связанными. По наблюдениям и анализу интерференционных картин люминесценции в дальнем поле установлено, что пространственная когерентность возникает на масштабах порядка периметра кольцевых ловушек (около 10 мкм) и исчезает при больших оптических накачках (эффект разрушения экситонов из-за экранирования кулоновского взаимодействия), а также при увеличении температуры (выше порога бозе-конденсации). Анализ интерференционных картин с высоким временным разрешением (около 200 псек) позволил установить, что при импульсном фотовозбуждении бозе-конденсата пространственная когерентность возникает с задержкой около 1 нсек, относительно возбуждающего импульса. Время задержки коррелирует с характерным временем установлением квазиравновесия в экситонной системе благодаря рассеянию на фононах.
(академик В.Б.Тимофеев, тел. (496) 5222914)

В области электронных свойств низкоразмерных и мезоскопических полупроводниковых структур

4) Выполнен сравнительный анализ магнитолевых зависимостей проводимости двумерной электронной системы при бесконтактных и контактных измерениях в режиме гигантских осцилляций магнитосопротивления двумерных электронов, индуцированных микроволновым излучением. Бесконтактная методика исследования проводимости основана на измерении затухания высокочастотного сигнала, распространяющегося вдоль планарного волновода, литографически нанесенного на поверхность образца. Обнаружено, что Шубниковские осцилляции проводимости наблюдаются в обеих методиках, однако дополнительные осцилляции проводимости, индуцированные микроволновым излучением, проявляются лишь при контактных измерениях. Полученные результаты указывают на то, что для объяснения новых осцилляций магнитосопротивления, индуцированных микроволновым излучением, необходимо использовать свойства контактных или краевых областей двумерной электронной системы, в которых имеется сильный градиент потенциала.
(член-корреспондент РАН Кукушкин И.В., тел. (496)5221892)

5) Предложена и экспериментально реализована процедура, позволяющая находить функциональную зависимость от магнитного поля скачка химического потенциала на дробных факторах заполнения в образце. Обнаружено, что в идеальном образце скачок химического потенциала на дробных факторах заполнения пропорционален $q^{-1} * V^{1/2}$, где q – знаменатель дроби.
(проф. В.Т.Долгополов, тел. (496) 5222946)

В области нелинейных волновых процессов в жидком водороде и гелии

6) Проведены исследования акустической турбулентности в системе сильно нелинейных волн второго звука в объеме сверхтекучего гелия. Показано, что при амплитуде волны выше некоторой критической величины в системе развивается распадная неустойчивость, приводящая не только к формированию волн с частотой выше частоты накачки («обычный» Колмогоровский каскад), но и появлению каскада ниже частоты накачки (субгармоники). На промежуточной стадии развития неустойчивости генерация субгармоник приводит к образованию акустических аналогов «волн-убийц» (freak waves).
(проф. Л.П. Межов-Деглин, тел. (496) 5224695)

В области нанокристаллических и наноструктурных материалов

7) Установлено, что при интенсивной пластической деформации аморфных сплавов на основе железа происходит формирование нанокристаллов только в полосах сдвига. Количество нанокристаллической фазы растет с увеличением степени деформации, однако размер нанокристаллов остается неизменным и составляет 6 нм.
(д.ф.-м.н. А.С.Аронин (496)5224689)

В области физики высоких давлений

8) При исследовании зависимости температуры сверхпроводящего перехода T_c в ОЦК твердых растворах титан-ванадий обнаружены острые максимумы высотой до $\Delta T = 4$ К в сплаве $V_{67}Ti_{33}$. Ранее аномалия такой формы наблюдалась только на зависимости $T_c(P)$ лантана при давлении структурного фазового перехода II-го рода.
(проф. Е.Г. Понятовский, (496) 524 4027)

В области технологий производства новых полупроводниковых и диэлектрических кристаллов

9) Создан композиционный материал, представляющий собой нанокристаллы ZnS, армированные углеродными нановолокнами, проходящими непосредственно через объем кристаллической решетки. Разработан способ получения таких материалов высокотемпературным химическим осаждением из паровой фазы.
(к.т.н. Колесников Н.Н. тел. (496) 2541892).

В области композитных и керамических материалов

101) Разработана структура и технология получения оксидного композитного волокна, введение которого в хрупкую матрицу на основе алюминиды титана обеспечивает квази-пластическое поведение композита с прочностью на изгиб не менее 300 МПа при температурах от комнатной до 900°C и высокое сопротивление ползучести и малоциклового усталости до той же температуры. Использование этого результата при модернизации существующих авиационных газотурбинных двигателей и разработке двигателей новых поколений в большой степени определит существенное повышение двух основных характеристик двигателя – КПД газовой турбины с соответствующим снижением расхода топлива и вредных выбросов в атмосферу и удельной тяги двигателя. Зарубежных аналогов такого материала нет.
(проф. С.Т. Милейко, тел. (496) 2541892).

Кроме перечисленных выше были получены следующие результаты:

Сильно коррелированные электронные системы

1. Произведено сравнение с предсказанием теории (В. I. Halperin et al. (1993), F. Evers (1999)) имеющихся в литературе экспериментальных данных для диагонального удельного сопротивления гетероструктур GaAs/AlGaAs в магнитном поле при факторе заполнения $1/2$. Показано, что экспериментальные результаты не согласуются с этим предсказанием.

На примерах переходов металл-изолятор и переходов между разными квантовыми холловскими жидкостями обсуждены основные физические идеи, лежащие в основе описания и теории квантовых фазовых переходов, а также способы их применения при обработке экспериментальных данных. Обсуждены две теоретические схемы: общая теория квантовых фазовых переходов, построенная по типу теории термодинамических фазовых переходов и активно использующая понятие статистической суммы, а также теория, базирующаяся на скейлинговой гипотезе и на понятии ренорм-группы, заимствованной из квантовой электродинамики, и формулирующая свои выводы на языке потоковых диаграмм.

Госбюджет, Научная школа 02.513.12.0044, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», Программа ОФН РАН «Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах».

Руководитель – член-корреспондент РАН В.Ф.Гантмахер

2. Теоретически рассмотрено явление под общим названием dir -эффект в проводимости 2D электронов на пленке гелия с шероховатой подложкой. Особое внимание уделено возникновению такого эффекта при движении 2D электронов вдоль пленки гелия на периодически гофрированной подложке. Приведены аргументы за и против при использовании данного сценария для 2D-электронов на произвольной шероховатой подложке.

Рассмотрен парадокс в поведении электронов, внедренных в плотные криогенные среды с отрицательной длиной рассеяния, заключающийся в том, что вместо ожидаемого поляронного эффекта (образование кластеров уплотнения), резко снижающего подвижность электронов, наблюдается обратная картина: с ростом абсолютной величины длины рассеяния (тенденция, имеющая место при увеличении атомного номера криогенных газов) и плотности среды электроны остаются практически свободными. Предложено решение этой проблемы, в основе которого лежит последовательный учет нелинейности во взаимодействии электрон+газовая среда по плотности газовых атомов.

Исследована релаксация спиновых волн ("ненулевых" спиновых экситонов) в квантово-холловском ферромагнетике, обусловленная спин-орбитальным взаимодействием и наличием плавного случайного потенциала в двумерном слое. Этот механизм релаксации является дополнительным к уже изученным ранее в рамках учета межэкситонного рассеяния и электрон-фононного (спин-экситон-фононного) взаимодействия. Канал релаксации, связанный с плавным случайным потенциалом, оказывается существенным в полях $B < 5$ Т. Расчитана величина полного обратного времени релаксации с учетом всех трех рассмотренных каналов релаксации.

Рассмотрены магнитоплазменные возбуждения в двуслойном графене при факторе заполнения 0 в приближении Хартри-Фока. Исследована зависимость энергии возбуждений от основного состояния, определяемого симметрией системы. Показано, что в симметричном случае (уровни нулевой энергии заполнены наполовину) имеются комбинированные электронно-дырочные возбуждения двух типов, энергетическое расщепление зависит от магнитного поля. Асимметрия слоев приводит к появлению щели в спектре одночастичных состояний, для энергии возбуждений расщепления нет.

Предложена теоретическая модель квазижидкого слоя льда, основанная на объемном фазовом переходе I-го рода. Было показано, что, несмотря на отсутствие дальнедействующих корреляций при фазовом переходе I-го рода, возмущения, вносимые поверхностью (или границей раздела) в распределение протонов, распространяются на большие расстояния в глубь кристалла. Приповерхностный слой обладает очень высокой проводимостью, сравнимой с проводимостью суперионных кристаллов. Его толщина логарифмически возрастает при приближении к температуре плавления льда. Был рассмотрен новый физический эффект, обусловленный пропусканием электрического тока через лед. Этот эффект заключается в существовании неджоулевского тепловыделения и теплопоглощения при пропускании электрического тока. Рассмотрено влияние неджоулевского тепловыделения (теплопоглощения) на важные с прикладной точки зрения методы очистки элементов металлических конструкций ото льда с помощью пропускания электрического тока. Госбюджет. Программа РАН «Влияние атомно-кристаллической структуры на свойства конденсированных сред». Руководитель - проф. В.Б. Шикин.

3. Получены и исследованы тонкие пленки (10, 20 и 30 нм) слабого ферромагнетика CuNi с температурой Кюри 60К, активно используемые в гибридных сверхпроводящих (джозефсоновских) системах. Методом декорирования при низких температурах впервые визуализирована лабиринтная доменная структура в CuNi с характерным размером доменов ~100 нм. Такая мелкодоменная структура обеспечивает отсутствие (усреднение) результирующей магнитной индукции в ферромагнитных слоях с латеральными размерами до 0.5 мкм, что требуется для получения необходимых джозефсоновских характеристик микро- и наноструктур со сверхпроводящими и магнитными слоями. Госбюджет, Программы ОФН РАН “Влияние атомно- кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред” и “Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах”. Руководитель - проф. Л.Я.Винников.

4. С целью исследования влияния зарядовых эффектов, нестехиометрии кислорода на тип носителей и электронную неустойчивость в сильно коррелированных электронных системах (СКЭС) были получены и исследованы пленочные гетероструктуры $Nd_{1.75}Ce_{0.15}CuO_{4-y}/Ag$. В зависимости от стехиометрии кислорода гетероструктуры демонстрируют изменение типа носителей и инверсию знака эффекта резистивных переключений (ЭРП). Были исследованы также переходные процессы в ЭРП для гетероконтактов на основе высокотемпературных сверхпроводников и легированных манганитов. Показано, что переключения контролируются двумя процессами: изменением резистивного состояния интерфейса нормальный металл – СКЭС под влиянием электрического поля тока и электродиффузией кислорода к вакансиям, при этом изменяется уровень допирования контактной области и резистивные свойства гетероконтакта. Электродиффузия кислорода под влиянием поля тока в гетероструктурах с ЭРП обеспечивает проявление свойств одного из базовых элементов схемотехники “мемристора”, обсуждаемого в настоящее время в литературе. Возможность регулировать времена переключений и параметры “on-” и “off-” состояний делает эти устройства перспективными в качестве элементов памяти «RAM». Госбюджет, Программы ОФН РАН "Новые материалы" и "Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах". Руководитель – к.ф.-м.н. Н.А.Тулина.

Физика сверхпроводящих гетероструктур и Джозефсоновские явления

5. Изготовлены и исследованы сверхпроводящие фазовые инверторы (джозефсоновские SFS π -контакты) на основе тонких слоев ниобия (S) и ферромагнитного сплава $\text{Cu}_{0.47}\text{Ni}_{0.53}$ (F) с $T_{\text{Curie}}=60$ К и мелкомасштабной доменной структурой. Показано, что, поскольку характерный размер доменов не превышает 0,1 мкм, возможно уменьшение латеральных размеров инверторов в сверхпроводниковых логических устройствах вплоть до 0,5 мкм без появления дополнительных фазовых сдвигов, связанных с неусредненной магнитной индукцией в ферромагнитном слое. Проведены первые эксперименты по использованию сверхпроводящих фазовых инверторов в ячейках сверхпроводниковой цифровой и квантовой логики. Госбюджет, Программы ОФН РАН "Квантовая макрофизика", "Спинтроника".
Руководитель – д.ф.м.н. В.В. Рязанов.

6. Исследованы гибридные структуры сверхпроводник/двумерный электронный газ (S/2DEG) на основе одиночных гетеропереходов InGaAs-InP и InGaAs с высокоподвижным двумерным электронным газом и сверхпроводящими NbN (Nb-) электродами. Изучены магнетопольные зависимости проводимости мезоскопических структур S/2DEG/N при различных значениях напряжения смещения и температурах. Полученные данные сопоставлены с результатами измерений вольт-амперных характеристик S/2DEG/N структур. Обнаружено усиление амплитуды осцилляций магнетопроводимости S/2DEG/N структур в сильном магнитном поле при напряжениях смещения, соответствующих энергиям меньше величины сверхпроводящей щели. Детально исследованы зависимости амплитуды осцилляций от напряжения смещения и температуры. Проведено сравнение экспериментальных результатов с имеющимися теоретическими моделями, описывающими магнетопольные зависимости проводимости S/2DEG контактов в сильных магнитных полях. Кроме того, исследованы S/2DEG/S образцы в виде холловских мостиков субмикронных размеров со сверхпроводящими токовыми контактами. Установлено, что в слабых магнитных полях холловское сопротивление вблизи границы раздела S/2DEG существенно подавлено. Обнаруженные особенности эффекта Холла вблизи границы раздела сверхпроводник/двумерный электронный газ можно качественно объяснить влиянием андреевского отражения на границе. Госбюджет, Программа ОФН РАН "Новые материалы".
Руководитель - к.ф.-м.н И.Е. Батов.

7. Развита теория сверхпроводника с малой длиной корреляции, на двух подрешетках которого имеются две разные константы связи. Получено аналитическое решение задачи. Показано, что вследствие эффекта близости критическая температура растет с увеличением разницы в константах связи на подрешетках при постоянном их среднем значении. В таких условиях только при достижении больших значений разности, после того как одна из констант связи изменяет знак, исчезает щель в спектре квазичастиц, и происходит резкое значительное уменьшение плотности сверхпроводящих электронов. Сверхпроводимость разрушается из-за роста флуктуаций фазы параметра порядка.

Теоретически исследована возможность создания источника переменного тока с высокой степенью спиновой поляризации на основе джозефсоновского контакта сверхпроводник-слабый ферромагнетик-сверхпроводник (SFS) при наличии внешней разности потенциалов, приложенной к контакту. Вычислен ток, текущий через пробный электрод, присоединенный к ферромагнитной области через дополнительный высокорезистивный контакт. Показано, что этот ток имеет как постоянную, так и переменную составляющие, которые проявляют существенно нелинейную зависимость от разности потенциалов между пробным электродом и ферромагнитной прослойкой.

Изучено, каким образом наноразмерные неоднородности сверхпроводящего параметра порядка должны проявлять себя в локальной плотности состояний, измеряемой с помощью сканирующей туннельной микроскопии (STM). В частности, показано, что в таком неоднородном сверхпроводящем состоянии при учете тепловых флуктуаций параметра порядка отношение локальной величины низкотемпературной щели в плотности состояний к локальной температуре ее исчезновения становится значительно выше, чем в случае однородного сверхпроводника. Кроме того, показано, что в модели неоднородного параметра порядка естественное объяснение находит и другой экспериментальный факт: сильная антикорреляция локального дифференциального контактанса при нулевом напряжении и температуре несколько выше критической температуры с величиной локальной низкотемпературной щели в плотности состояний.

В рамках продолжения исследования неоднородного сверхпроводящего состояния развиты два независимых теоретических подхода для извлечения структуры неоднородного сверхпроводящего параметра порядка из данных, полученных с помощью STM в купратных сверхпроводниках. Первый из предлагаемых в данной работе методов основан на известном свойстве второго момента плотности состояний передавать некоторую локальную комбинацию параметров гамильтониана, которым описывается система. Второй метод использует для решения поставленной задачи дифференциальный контактанс при нулевом напряжении. Применимость этих методов протестирована на ряде численных моделей.

Госбюджет, Программы РАН «Влияние атомно- кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред», «Спинтроника»
Руководитель – к.ф.-м.н. Ю.С. Бараш

Оптика полупроводниковых наноструктур

8. Исследовано влияние экситон-электронных столкновений на развитие стимулированного параметрического рассеяния в GaAs плоских микрорезонаторах, возбуждаемых циркулярно поляризованным светом. Обнаружено сильное влияние экситон-электронных столкновений на динамику поляритон-поляритонного параметрического рассеяния при резонансном фотовозбуждении микрорезонаторов выше точки перегиба поляритонной дисперсионной кривой. Подсветка с плотностью мощности $\sim 0.1\%$ от резонансной приводит к понижению пороговой плотности для возникновения стимулированного рассеяния, которое превышает 15%. Показано, что эффект связан с изменением резонансной энергии накачиваемой моды в результате увеличения концентрации долгоживущих экситоно-подобных поляритонов, образующихся в результате рассеяния резонансно возбуждаемых поляритонов на фотовозбужденных свободных носителях.

Госбюджет, Программа Президиума РАН “Низкоразмерные квантовые структуры”
Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

9. Исследовано квазистационарное распределение экситонных поляритонов в импульсном (k) пространстве в плоских микрорезонаторах на основе GaAs при непрерывном резонансном возбуждении вблизи точки перегиба поляритонной дисперсионной кривой. Найдено, что распределение поляритонов в k - пространстве демонстрирует резкий переход от типа “восьмерки” при малых плотностях возбуждения к двум рассеянным модам с квазиимпульсами $k=0$ и $2k_p$ при плотности возбуждения выше некоторой критической (k_p – квазиимпульс возбуждающего света). Показано, что эта трансформация связана с фазовым переходом первого рода в плотной фотовозбужденной многомодовой бозе-системе поляритонов.

Госбюджет, программа РАН «Макрофизика»
Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

10. Показано, что экситон-экситонное взаимодействие приводит к мультистабильности отклика поля в активном слое планарного резонатора и что число различающихся состояний, возможных в заданных внешних условиях, существенно зависит от оптической поляризации накачки. Эволюция системы квазидвумерных экситонных поляритонов, локализованных в активном слое, зависит от способа включения внешнего (возбуждающего) поля. В критических точках, в которых меняется количество или устойчивость стационарных решений, сколь угодно слабое изменение параметров возбуждения может привести к резкому скачку состояния.

Госбюджет, Программа ОФН РАН “Сильно коррелированные электронные системы”
Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

11. Исследована излучательная рекомбинация экситонов, локализованных ZnMnSe/ZnSSe гетероструктурах с КЯ типа II. В широком интервале магнитных полей (до 12 Тл) измерены зависимости отношения интенсивностей бесфононной линии излучения экситонов и ее фононного повторения (с испусканием продольного оптического фонона), I_{LOmp}/I_{mp} , которые определяются величиной радиуса дырочной локализации. Из анализа измеренных зависимостей I_{LOmp}/I_{mp} от магнитного поля определены зависимости радиуса дырочной магнитной локализации от величины и направления магнитного поля. Найдено, что делокализация магнитных поляритонов в магнитном поле, перпендикулярном плоскости квантовой ямы, происходит в полях 3-4 Тл, в то время как при направлении поля параллельно плоскости квантовой ямы, для их делокализации требуются поля, превышающие 12 Тл.

Для исследования спиновой поляризации дырок в InGaAs квантовых ямах в GaAs/InGaAs светодиодах с δ -слоем Mn в GaAs слое изготовлены светодиоды на основе GaAs/InGaAs гетероструктур с InGaAs квантовой ямой и дополнительным дельта <Mn>-слоем, помещенным между контактом Шоттки и InGaAs квантовой ямой. Найдено, что дельта <Mn>-слой приводит к росту эффективного g -фактора дырок в квантовой яме и увеличению степени циркулярной поляризации дырок. При температуре 2К достигнута 20% степень циркулярной поляризации дырок в магнитном поле 1 - 2Т. Показано, что эффект обусловлен не туннелированием спинов дырок из дельта-слоя Mn, а связан с p - d обменным взаимодействием дырок в квантовой яме с магнитными моментами ионов Mn в дельта слое.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Спинтроника»

Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

12. Подробно исследована кинетика релаксации фотовозбужденных носителей в гетероструктурах 2-го типа ZnSe/BeTe при различных уровнях оптической накачки. Измерены низкотемпературные спектры фотолюминесценции в области пространственно прямых оптических переходов с высоким временным разрешением (~ 2 пс). При высоких плотностях фотовозбужденных носителей обнаружено формирование метастабильного надбарьерного состояния дырок в слое ZnSe. Это связано с существенным изгибом зон в электрическом поле пространственно разделенных зарядов, который приводит к возникновению реального потенциального барьера для туннелирования в слой BeTe фотовозбужденной дырки, находящейся на первом надбарьерном уровне в слое ZnSe. Наблюдаемые в эксперименте зависимости времени релаксации от плотности фотовозбужденных носителей находятся в хорошем согласии с выполненными модельными расчетами.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

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

13. Методом фемтосекундной лазерной спектроскопии с зондированием суперконтинуумом исследована кинетика распада фотовозбужденного состояния

монокристаллов висмута и теллура. При интенсивном возбуждении с $\lambda=400$ нм и $\lambda=800$ нм во время разрешенного фотоиндуцированного отклика наряду с электронной релаксационной компонентой присутствуют когерентные осцилляции отражения, порождаемые полносимметричными фонами. В обоих кристаллах обнаружена спектральная зависимость амплитуды этих осцилляций, а также смена знака электронного отклика на времена задержки, зависящих от длины волны зондирования. Исследованы возможные механизмы наблюдаемой спектральной зависимости и структура физической модели, способной описать полный сигнал фотоиндуцированного отражения.

Госбюджет.

Руководитель – д.ф.-м.н. Мисочко О.В.

Электронные свойства низкоразмерных полупроводниковых структур

14. Выполнены исследования пространственного коррелятора амплитуд Бозе-конденсата дипольных экситонов, накапливаемых в кольцевых ловушках в GaAs/AlGaAs гетероструктурах с одиночной квантовой ямой. В условиях Бозе-конденсации экситонов возникает пространственно-периодическая структура пятен люминесценции, которые оказываются когерентно связанными. По наблюдениям и анализу интерференционных картин люминесценции в дальнем поле установлено, что пространственная когерентность возникает на масштабах порядка периметра кольцевых ловушек (около 10 мкм) и исчезает при больших оптических накачках (эффект разрушения экситонов из-за экранирования кулоновского взаимодействия), а также при увеличении температуры (выше порога бозе-конденсации). При импульсном фотовозбуждении бозе-конденсата анализ интерференционных картин с высоким временным разрешением (около 200 пс) позволил установить, что пространственная когерентность возникает с задержкой около 1 нс, относительно возбуждающего импульса. Эта задержка коррелирует с установлением квазиравновесия в экситонной системе благодаря рассеянию на фонах.

Госбюджет, Программа Президиума РАН “Низкоразмерные квантовые структуры”, Программа ОФН РАН “Сильно коррелированные электронные системы”

Руководитель – академик Тимофеев В.Б.

15. С целью изучения спиновой динамики электронов в полупроводниковых гетероструктурах, содержащих GaAs/AlGaAs квантовые ямы вблизи поверхности образца и металлические мозаичные электроды на поверхности кристалла, исследованы квантовые биения в сигнале фотолюминесценции и времена спиновой релаксации электронов при различных величинах приложенного напряжения. В геометрии Фарадея (магнитное поле перпендикулярно плоскости квантовой ямы) из измерений с помощью методики время-разрешенного эффекта вращения Керра найдено, что время затухания степени циркулярной поляризации составляет 0.8 нс при смещении $U=-2$ В на мозаичном электроде и возрастает с ростом отрицательного смещения сильно до 15нс. Таким образом, использование мозаичного электрода позволяет многократно увеличить время жизни спина электрона. Эффект обусловлен ростом локализации электронов в плоскости квантовой ямы, приводящим к ослаблению спиновой релаксации, связанной с орбитальным движением электронов (механизм Дьяконова-Переля), с одной стороны, и ослаблением электронно-дырочного обмена из-за пространственного латерального разделения электронов и дырок, с другой стороны.

Госбюджет, Программа Президиума РАН “Низкоразмерные квантовые структуры”

Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

16. Исследованы спектры излучательной рекомбинации двумерных электронов с пространственно разделенными фотовозбужденными дырками в режиме дробного квантового эффекта Холла. Обнаружены скачки в зависимости спектрального положения линии рекомбинации от фактора заполнения, которые отвечают дробному квантованию холловского сопротивления. Показано, что амплитуда этих скачков зависит от расстояния между электронами и дырками. Обнаруженные особенности объясняются в терминах не прямых анионных экситонов. Исследовано также изменение спектра излучательной рекомбинации пространственно разделенных электронно-дырочных слоев от параллельного магнитного поля и от расстояния между слоями. Установлено, что в пределе малых магнитных полей изменение спектральной позиции линии люминесценции пропорционально квадрату магнитного поля, причем коэффициент пропорциональности зависит от расстояния между слоями. Показано, что обнаруженная зависимость отвечает теоретическим представлениям, согласно которым сдвиг спектральной позиции линии пропорционален квадрату магнитного поля, а также квадрату расстояния, разделяющего электроны и дырки и обратно пропорционален суммарной массе электронов и дырок. Обнаружено, что значения суммарной массы, полученные из эксперимента, зависят от электрического поля, разделяющего слои, и может существенно отличаться от ожидаемого значения.

Госбюджет, Программа РАН «Макрофизика»

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

17. Исследован размерный магнитоплазменный резонанс в системе двумерных дырок в квантовых ямах GaAs/AlGaAs. Измерена зависимость циклотронной массы тяжелых дырок от магнитного поля в асимметричных GaAs(001) квантовых ямах при различных концентрациях квазидвумерных дырок. Обнаружено и исследовано влияние спин-орбитального расщепления на циклотронные массы тяжелых дырок, измерена зависимость энергии спин-орбитального расщепления от концентрации двумерных дырок. На основании полученных экспериментальных данных рассчитан энергетический спектр дырок. Предсказан энергетический диапазон наблюдения спин-плазменных колебаний в дырочных системах с различными концентрациями.

Госбюджет, программа РАН «Низкоразмерные квантовые структуры»

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

18. Из анализа комбинированного акусто - микроволнового резонанса, восстановлена дисперсия нейтральных лафлиновских возбуждений в условиях дробного квантового эффекта Холла. Установлено, что энергия дробных щелевых возбуждений имеет осциллирующую зависимость от квазиимпульса, причем число осцилляций отвечает числителю дробного заполнения. Обнаруженные осцилляции указывают на значительные корреляции между Композитными Фермионами, взаимодействие между которыми считалось слабым. Показано, что осцилляции в дисперсии Композитных Фермионов исчезают при повышении температуры от 50 мК до 400 мК, а также при отклонении фактора заполнения от лафлиновского значения.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Сильно коррелированные электронные системы»

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

19. Проведены исследования температурных и магнитополевых зависимостей энергий и интенсивностей линий неупругого рассеяния света циклотронной спин-флип моды – длинноволнового возбуждения с одновременным изменением орбитального и спинового квантового числа электронной системы. Показано, что в Холловском ферромагнитном состоянии при изменении температуры электронной системы энергия циклотронной спин-флип моды не изменяется, а интенсивность уменьшается пороговым образом. На основании полученных результатов создана модель,

описывающая термодинамику Холловского ферромагнетика, и построена фазовая T-B диаграмма ферромагнитного состояния.

Госбюджет, Программа РАН «Спинтроника»

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

20. С целью оценки возможностей селективного детектирования СВЧ-излучения исследованы эффекты возникновения постоянных фототока и фото-ЭДС при облучении двумерных электронных систем на основе гетероструктур GaAs/AlGaAs излучением миллиметрового диапазона длин волн (частотой 20-170 ГГц). Обнаружены знакопеременные осцилляции фотосигналов в функции внешнего магнитного поля, положение которых соответствует положению гармоник циклотронного резонанса. Осцилляции большой амплитуды наблюдаются только в условиях, когда измерения фотосигналов производятся между контактами, по крайней мере, один из которых является внутренним контактом к двумерной системе. Эффект объяснен возможностью протекания неравновесного тока как вдоль электрического поля, существующего на границе двумерной электронной системы и легированной области, так и против него. Знакопеременные осцилляции фото ЭДС в условиях разомкнутой цепи соответствуют либо экранированию, либо усилению встроенного электрического поля фотовозбужденными электронами. Такая интерпретация подтверждена измерениями при помощи контактов с емкостной связью с двумерной системой, позволяющих изменять профиль потенциала в образце. Специальная роль внутренних контактов связана с их относительно большим сопротивлением в магнитном поле, обратно пропорциональным величине диагональной компоненты тензора магнетопроводимости.

Госбюджет, Программа РАН «Низкоразмерные квантовые структуры».

Руководитель: д.ф.-м.н. С.И. Дорожкин.

21. Исследованы спектральные щели в условиях дробного квантового эффекта Холла методом емкостной спектроскопии. Продемонстрировано как из информации, полученной на реальном слабо разупорядоченном образце, извлечь зависимость спектральных щелей от магнитного поля и/или концентрации в идеальном объекте без беспорядка.

Госбюджет, Программа ОФН РАН "Спинтроника".

Руководитель-проф. Долгополов В.Т.

22. Исследованы квантовые фазовые переходы типа проводник-изолятор в трехмерных и двумерных электронных системах. Выяснена роль межэлектронного взаимодействия. Рассмотрены как переходы в отсутствие магнитного поля, так и в условиях квантового эффекта Холла. Выяснена роль межэлектронного взаимодействия в переходах, реализуемых в двумерных системах.

Госбюджет, Программы ОФН РАН Сильно коррелированные системы", "Квантовая макрофизика".

Руководитель – проф. Долгополов В.Т.

23. Разработана техника литографии проводящей иглой атомно-силового микроскопа, позволившая создавать структуры на глубоко залегающем высокоподвижном электронном газе. Исследованы осцилляции типа Аронова-Бома в магнетопроводимости открытой квантовой точки, полученной литографией с помощью атомно-силового микроскопа. Создан сканирующий зондовый микроскоп для исследования при низких температурах и в сильных магнитных полях.

Госбюджет, Программа ОФН РАН "Низкоразмерные структуры".

Руководитель – проф. Долгополов В.Т.

24. Исследованы эффекты электрон-электронного взаимодействия в кремниевых (111) полевых структурах. Продемонстрировано, что рост массы в полевых транзисторах, наблюдаемый в наиболее совершенных структурах вблизи точки перехода металл изолятор, не зависит от степени беспорядка и определяется исключительно электрон-электронным взаимодействием.

Госбюджет, Программы ОФН РАН Сильно коррелированные системы", "Квантовая макрофизика".

Руководитель - проф. Долгополов В.Т.

25. Изучен перенос заряда между индивидуально контактированными краевыми каналами в условиях целочисленного и дробного квантового эффекта Холла. Использованная экспериментальная техника позволила достичь больших разбалансов, то есть разности уровней заполнения в краевых каналах, превышающих ширину спектральной щели. Обнаружена и исследована сложная структура краевых каналов в режиме дробного квантового эффекта Холла при факторах заполнения, превышающих единицу.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизики», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред»

Руководитель – проф. Долгополов В.Т.

Спин-зависимые эффекты и спинтроника

26. Известно, что прямое наблюдение электроного спинового резонанса (ЭСР) на свободных носителях в двумерных полупроводниковых структурах затруднено малым количеством спинов в таких структурах. Развита теория возбуждения ЭСР в полупроводниковых структурах со спин-орбитальной связью переменным электрическим полем и рассмотрена задача о том, как благодаря спин-орбитальной связи ЭСР может дать вклад в электрическую проводимость. Выяснены условия, при которых возбуждение ЭСР электрическим полем может быть более эффективным, чем возбуждение магнитным полем.

Госбюджет, Програма Президиума РАН «Спинтроника».

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

27. Были продолжены исследования эффекта спиновой поляризации электронов, обусловленной протекающим по проводнику электрическим током. Анализировалась ситуация в однодоменном ферромагнетике, учитывались аномальные, или спонтанные вклады в ток. В рамках используемых приближений, без привлечения спин-орбитального взаимодействия, определены основные характеристики спинового эффекта Холла. Был проведен анализ задачи о спиновом эффекте Холла, обусловленного спин-орбитальным взаимодействием, в упрощенной ситуации макроскопической модели свободных электронов.

Госбюджет, Программа РАН «Спинтроника».

Руководитель – проф. В.Я. Кравченко.

28. Создана методика по резонансному возбуждению низкочастотных колебаний намагниченности в аморфном ферромагнетике. Развита теория спинового эффекта Холла (СЭХ) - возбуждение электрическим током перпендикулярной ему неоднородной спиновой поляризации - в моно доменном ферромагнетике. Показано, что СЭХ может быть использован для возбуждения магнонов в аморфном ферромагнетике в отсутствие интерфейса ферромагнетик/немагнитный металл. Это радикально упрощает и существенно расширяет возможности методики генерации магнонов постоянным электрическим током, в частности, включает возможность

создание мультислойных структур. Проведены предварительные эксперименты по возбуждению магнонов в аморфном ферромагнетике с помощью СЭХ в отсутствие интерфейса ферромагнетик/немагнитный металл.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

Руководитель - проф. В.С. Цой.

29. Оработана трёхслойная технология изготовления тонкоплёночных гетероструктур сверхпроводник/ферромагнетик/сверхпроводник (S/F/S) на основе сверхпроводящего Nb и ферромагнитного NiFe (пермаллоя) с электронным транспортом поперёк слоёв. В этих структурах исследовано сопротивление границы сверхпроводник/ферромагнетик (S/F) ниже температуры сверхпроводящего перехода и вблизи сверхпроводящего перехода. Исследована зависимость сопротивления границы от толщины ферромагнитного слоя. В экспериментах по поперечному транспорту подтверждено, что основной вклад в сопротивление границы обеспечивает спиновая аккумуляция спин-поляризованных носителей в тонких слоях сверхпроводника вблизи S/F границ, которые вносятся из ферромагнетика. Продемонстрировано также, что введение дополнительного слоя слабоферромагнитного PdFe между Nb и NiFe приводит к заметному падению сопротивления границ S/F/S структур, вследствие исчезновения эффекта спиновой аккумуляции на границе сверхпроводника и PdFe.

Госбюджет, Программы ОФН РАН «Новые материалы и структуры», «Спинтроника».

Руководитель - к.ф.-м.н А.Ю. Русанов

30. Для выяснения природы эффекта асимметрии активности центров зарождения доменных границ проведено магнитооптическое исследование кинетики зарождения и движения доменных границ в ультратонких ферромагнитных плёнках кобальта с перпендикулярной анизотропией в зависимости от направления и величины приложенного магнитного поля. Обнаружено, что при приложении плоскостного поля в ультратонких плёнках Co, перемагничиваемых перпендикулярным полем, проявляются новые асимметричные центры зарождения доменных границ, в то время как асимметричные центры, зарождающие доменные границы под действием только перпендикулярного поля, теряют свою активность. Установлено, что при приложении плоскостного поля устойчивыми становятся не круглые, как в перпендикулярном поле, а овальные, вытянутые вдоль направления плоскостного поля, доменные границы. Форма границ симметрична относительно вектора плоскостного поля и характеризуется разными радиусами кривизны в противоположных участках. Вытянутость домена в направлении поля возрастает с увеличением плоскостного поля. Обнаружено, что подвижность доменной границы в поле, перпендикулярном плоскости плёнки, уменьшается при наложении дополнительного поля, параллельного плоскости пленки. Эффект подавления подвижности анизотропен относительно направления плоскостного поля.

Госбюджет. Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизики», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред».

Руководитель – проф. В.И. Никитенко.

31. Для определения влияния неоднородностей межслоевого обменного взаимодействия на микромеханизмы перемагничивания в нанокompозитных гетерофазных магнитных пленках проведено исследование особенностей процессов формирования и эволюции доменных границ в двух типах нанокompозитов с пространственно модулированной структурой. Первый тип (1) - пленка магнитомягкого ферромагнетика NiFe, обменно-связанного с тонкими плёнками антиферромагнетика FeMn, нанесенного в виде квадратной сетки, и второй тип (2) - сверхрешетки Fe/Cr с антиферромагнитным обменным взаимодействием между

ферромагнитными слоями. Установлено, что определяющее влияние на характер и тип перемагничивания ферромагнитных слоев оказывает их близость к обменно-смещенной области или монокристаллической подложке. Обнаружено принципиально новое явление поперечной наведенной однонаправленной анизотропии, выражающееся в асимметрии плоскостного перемагничивания ферромагнитной пленки с искусственно заданными краевыми условиями.

Госбюджет. Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

Руководитель – проф. В.И. Никитенко.

32. С целью выявления закономерностей процесса зарождения и изучения динамических свойств гибридных доменных границ, образованных пересечением обычных ферромагнитных доменных стенок с обменными спиновыми спиралью, параллельными межфазной поверхности и локализованными в антиферромагнетике, изучены динамические характеристики этих границ при перемагничивании гетероструктур FeNi/FeMn. Измерены времена зарождения и скорости движения таких гибридных доменных стенок в обменно-смещенных ферромагнитных пленках от величины и знака внешнего магнитного поля в широком диапазоне температур. Установлено, что движение таких стенок носит активационный характер и зависит от величины внешнего поля и от его направления. Полученные результаты показывают принципиальное отличие динамики Блоховских стенок в «свободной» и обменно-связанной тонкой ферромагнитной пленке.

Госбюджет.

Руководитель – д.ф.-м.н. В.С. Горнаков.

33. Методом магнитооптической визуализации магнитного потока, дополненным измерениями температурной зависимости намагниченности насыщения и магнитной проницаемости в присутствии насыщающего магнитного поля силой до 0.4 Тл и без поля, впервые исследовано влияние условий горячего прессования (скорости повышения температуры и режимов нагружения) на характеристики кристаллической и магнитной структуры керамик $\text{La}_{0,65}\text{Sr}_{0,35}\text{Mn}_{1-x-y}\text{Fe}_x\text{Cr}_y\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 0,3$; $0 \leq y \leq 0,3$; $0 \leq (x+y) \leq 0,3$) и $\text{La}_{0,65}\text{Sr}_{0,35}\text{Mn}_{1-x-y}\text{Ni}_x\text{Ti}_y\text{O}_3$ ($0 \leq x \leq 0,3$; $0 \leq y \leq 0,3$; $0 \leq (x+y) \leq 0,3$). Характеристики горячепрессованных манганитов сопоставлены с характеристиками манганитов, полученных по обычной керамической технологии. Экспериментально исследованы изменение хода температурной зависимости магнитной проницаемости и вариация намагниченности насыщения, однородность локальных магнитных свойств материала, смещение температуры перехода в магнитоупорядоченное состояние, изменение типа магнитной фазы. Показано, что экспериментальные результаты могут быть объяснены на основе предположения о том, что приложение давления при спекании препятствует образованию анионных вакансий и тем самым приводит к увеличению концентрации ионов повышенной зарядности, например, Mn^{4+} . В результате уменьшается объем элементарной ячейки и усиливаются процессы магнитной релаксации. Повышение температуры под давлением ухудшает однородность образцов вследствие образования плотной поверхности и пористости во внутренней части, что приводит к пространственному фазовому расслоению на микро- и наномасштабах.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

Руководитель – к.ф.-м.н. Л.С. Успенская.

34. В широкой области температур изучена кинетика перемагничивания гибридных структур LSMO/YBCO при толщине слоев 20/60 нм. Показано, что картина проникновения магнитного потока при температуре, ниже температуры сверхпроводящего перехода, однозначно связана с состоянием магнитной доменной структуры ферромагнитного слоя, которая, в свою очередь, определяется магнитной

предысторией. В частности, в пленке LSMO после охлаждения от температуры Кюри реализуется состояние с перпендикулярной анизотропией и микродоменами, а после насыщения полем любой ориентации намагниченность укладывается в плоскость пленки. Полученные данные позволили объяснить наблюдаемое ухудшение сверхпроводящих свойств YBCO (понижение критического тока и температуры сверхпроводящего перехода T_c) в гетероструктурах по сравнению с отдельной пленкой YBCO.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Л.С. Успенская.

Физика поверхностных атомных структур

35. С помощью методов сканирующей туннельной микроскопии и электронной спектроскопии (дифракция медленных электронов, фотоэлектронная спектроскопия) проведены исследования особенностей электронной структуры вицинальных поверхностей Cu(001), реконструированных при адсорбции кислорода. Проведены исследования особенностей атомной и электронной структуры упорядоченных низкоразмерных структур на базе атомно-чистых и декорированных атомами металлов (Co, Gd) ступенчатых поверхностей кремния Si(hhm). Определены условия формирования регулярных массивов ступеней на поверхности кремния Si(557), определена атомная структура систем ступеней с локальной ориентацией поверхности Si(223) и Si(556). Проведены исследования условий формирования упорядоченных атомных структур атомов редкоземельного металла (Gd) на вицинальных поверхностях кремния в диапазоне покрытий $\Theta=0-10$ монослоев.

Госбюджет

Руководитель - проф. Молотков С.Н.

36. Методом магнитно-силовой микроскопии исследованы магнитные матрицы Ni и Co в искусственных опалах. Проведены эксперименты по наноманипулированию частицами в опаловых матрицах.

Госбюджет

Руководитель - д.т.н. Емельченко Г.А.

37. Проведено исследование процессов самоорганизации наноструктур свинца на специально приготовленных поверхностях Si при осаждении в сверхвысоком вакууме. Анализ данных туннельной микроскопии и дифракции медленных электронов свидетельствует о применимости модели «электронного роста» (т.е. существенному вкладу в свободную энергию, определяющую процесс роста, энергии свободных электронов в условиях квантового конфайнмента) к процессам самоорганизации наноструктур Pb на поверхности Si(557).

Госбюджет

Руководитель - к.ф.-м.н. Божко С.И.

38. Проведены исследования особенностей атомной и электронной структуры и явлений самоорганизации в порфириновых плёнках и структурах, полученных методом термического напыления и химического осаждения. Для получения плёнок и исследований использовались: пиридил-порфирины, тетрафенилпорфирин, и Pt-порфирины. Элементный и химический состав, особенности электронной структуры плёнок исследовался методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и спектроскопии поглощения с применением синхротронного излучения. Обнаружены эффекты характерные для прямого металлизирования пиридил-порфиринов в сверхвысоком вакууме. Зондовые исследования поверхности плёнок порфиринов позволили проследить процесс самоорганизации-перестройки структур кластеров

макромолекул, трансформацию островковых кластеров в линейные структуры, формирование и рост плоских планарных кристаллов металлопорфиринов для различных условий роста, подложек и физико-химических воздействий.

Госбюджет

Руководитель – д.ф.-м.н. Ионов А. М.

39 Методом атомно-силовой зондовой микроскопии исследована магнитная структура $\text{La}_{0.25}\text{Sr}_{0.75}\text{MnO}_3$. Показано, что магнитная структура существенно зависит от наличия дефектов на поверхности образца. Изучена температурная зависимость доменной структуры образца вблизи точки фазового перехода. Обнаружено, что период линейной доменной структуры уменьшается при приближении к температуре фазового превращения. Анализ транспортных свойств показал, что в результате резистивных переключений в гетероконтактах монокристалл легированного манганита - нормальный металл в поверхностном слое манганита реализуется фазово расслоенная среда, резистивные и магнитные свойства которой можно значительно варьировать, изменяя параметры резистивных переключений.

Госбюджет

Руководитель - к.ф.-м.н. Божко С.И.

40. Ориентация молекул и их упорядочение в тонких пленках органических полупроводников фталоцианина переходных металлов, кобальта и железа, выращенных *in situ* на поверхности Au (001)-5x20, были изучены взаимно дополняющими методами: дифракцией медленных электронов (LEED) и методом тонкой структуры абсорбции рентгеновского излучения вблизи порога поглощения (NEXAFS). Установлено, что плоские молекулы фталоцианинов кобальта и железа, осажденные на подложку при температуре 250 °С, располагаются параллельно поверхности Au (001)-5x20. Осажденные на поверхность слои являются высоко упорядоченными и имеют квадратную элементарную ячейку приблизительно $14.2 \times 14.2 \text{ \AA}^2$, ориентированную вдоль осей [110] и [1-10] поверхности Au (001). Показано, что комбинирование высокоразрешающего метода абсорбции рентгеновского излучения вблизи порога поглощения и расчетов из первых принципов является надежным инструментом для обнаружения и идентификации молекулярных орбиталей. Незаполненные электронные состояния тонких пленок фталоцианина меди, легированных калием, были изучены с помощью рентгеновской абсорбционной спектроскопии. Полученные данные свидетельствуют о заполнении электронами самой низкой незанятой молекулярной орбитали в процессе легирования, а также об изменениях основного уровня спектра поглощения. Изменения спектров могут быть объяснены, если принять во внимание зависимость энергии связи глубокого уровня от легирования.

Госбюджет,

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Ю. Аристов.

41. Высококачественный монослой графена был выращен на поверхности 3С карбида кремния. Формирование графена осуществлялось в соответствии с процедурой, состоящей из циклов напыления кремния на поверхность (001) карбида кремния с последующими отжигами. Слабое взаимодействие графена с подложкой можно объяснить тем фактом, что пленка и подложка имеют разную симметрию и практически полное несоответствие решеток. Последнее является главным отличием полученного графена от выращиваемого традиционным способом. По-видимому, предложенный в этой работе способ получения графена будет стимулировать дальнейший развитие базирующейся на нем нано- и микроэлектронной технологии.

Госбюджет,

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Ю. Аристов.

42. Проведены предварительные исследования формирования ультратонких пленок Ag на поверхности скола InSb(100) при низких температурах (35K) с помощью дифракции медленных электронов (LEED). Исследована фотолюминесценция пленок Ag/Si и обнаружена ее слабая чувствительность к наличию ультратонких пленок свинца и серебра. Измерения температурной зависимости проводимости пленок Ag/InSb показали, что пленки обладают металлической проводимостью при низких температурах. С помощью оригинальной методики спирального резонатора на радиочастотах (2-20 МГц) и 100МГц-1ГГц, микроволновой резонаторной техники (30ГГц) и терагерцовой (200ГГц – 500 ГГц) техники когерентного интерферометра, обнаружена независимая от частоты квадратичная зависимость кинетической индуктивности $L-1k(T)$ ультратонких сверхпроводящих пленок $YBa_2Cu_3O_{7-x}$, в гетероструктурах $Pr_{0.6}Y_{0.4}Ba_2Cu_3O_{7-x} / YBa_2Cu_3O_{7-x} / Pr_{0.6}Y_{0.4}Ba_2Cu_3O_{7-x}$, при низких температурах, с изломом при температуре Березинского - Костелитца – Таулесса (БКТ). Обнаружено, что температурная зависимость действительной части высокочастотной проводимости гетероструктур проходит через максимум, который смещается в область более высоких температур с увеличением частоты от 2 МГц до 500ГГц. Обнаруженные особенности высокочастотной проводимости находятся в хорошем согласии с предсказаниями теории высокочастотной проводимости при переходе БКТ. Так получено универсальное отношение $T_{BKT} / L-1k (T_{BKT}) = 25, 25, \text{ и } 17$ нНк для 1, 2 и 3-МС пленок.

Исследовано формирование пленок графена и полевых структур на поверхности 4H-SiC(001). Получены пленки графена отжигом поверхности карбида кремния при 1250°C. Исследована температурная зависимость проводимости подложки 4H-SiC(001) и пленок графена и показано, что они проявляют металлическую проводимость при низких температурах.

Госбюджет, Программа ОФН РАН "Новые материалы и структуры",

Руководитель – д.ф.-м.н. В.А. Гаспаров

Фуллерены и атомные кластеры

43. Впервые измерены спектры комбинационного рассеяния света (КРС) гидридов фуллерена $C_{60}H_{60}$ и $C_{60}D_{60}$, полученных гидрированием фуллерена C_{60} при высоком давлении водорода, и проведен сравнительный анализ фононных мод, возможного изомерного состава и изотопического сдвига этих материалов с ранее исследованными гидридами $C_{60}H_{36}$ и $C_{60}D_{36}$. Измерены спектры КРС гидрированных и фторированных одностенных углеродных нанотрубок и определены характерные изменения фононного спектра нанотрубок, связанные с хаотическим образованием ковалентных C-H и C-F связей. Проведены *in-situ* измерения спектров КРС этих материалов в условиях непрерывного высокотемпературного отжига и определены особенности спектров, связанные с удалением водорода и фтора в процессе отжига.

Изучены превращения линейного орторомбического полимера фуллерена C_{60} при высоком давлении и интенсивном лазерном облучении. Измерения спектров КРС показали, что материал стабилен до интенсивности 3200 Вт/см² аргонового лазера, при большей интенсивности впервые наблюдались необратимые фотопревращения полимера C_{60} . При высоком давлении изменения происходят практически мгновенно при минимальной интенсивности 470 Вт/см². Установлено, что превращение связано с образованием сдвоенных полимерных цепочек. Измерены спектры КРС новой полимерной фазы при давлении до 29 ГПа и комнатной температуре. Зависимость от давления фононных мод имеет особенности при 4 и 15 ГПа, связанные с фазовыми переходами. Переход при 4 ГПа обратим по давлению и связан, возможно, с изменением упаковки полимерных цепочек, а переход при 15 ГПа необратим и характеризуется широкими полосами в спектре КРС. Эта фаза устойчива до давления 29 ГПа, однако, при сбросе давления она в течение суток самопроизвольно распадается и образует смесь исходного C_{60} и димера C_{60} .

Госбюджет.

Руководитель – д.ф.-м.н. Мелетов К.П.

44. Установлено, что ди-2-этилгексилфосфорная кислота (Д2ЭГФК), диоксид тетрафенилметилendifосфина (ТФМДФО), дибензилдитиокарбаминат диэтиламмония, производные триадиазола сорбируются углеродными нанотрубками (УНТ) или фуллереновой чернью и прочно удерживаются в фазе сорбента при контакте с водными растворами. Разработаны методики получения комплексобразующих сорбентов на основе углеродных наноматериалов. Определены оптимальные условия концентрирования ионов U, Th и РЗЭ из растворов HNO_3 фуллереновой чернью, модифицированной смесями Д2ЭГФК и ТФМДФО. Установлено, что УНТ, модифицированные дибензилдитиокарбаминатом диэтиламмония и арилзамещенными [1,2,4]триадиазолами, селективно извлекают ионы Au и Pd из растворов HCl, ксафторофосфата или бис(трифлил)имида 1-бутил-3-метилимидазолия.

Госбюджет.

Руководитель – д.х.н. А.Н. Туранов

45. Измерения ИК спектров пропускания образцов опала (кристалл из шаров SiO_2), в которые было инфильтровано 0.2 вес.% углерода, не показали заметных особенностей в области прозрачности SiO_2 , от 2000 до 10000 cm^{-1} , после их стеклования. Наиболее интересные результаты были получены в результате термической обработки суспензии сферических частиц SiO_2 различного размера и раствора органического соединения в воде. Методами комбинационного рассеяния света и электронной просвечивающей микроскопии установлено, что в результате термических отжигов этих образцов формируются микро- и нанокристаллы SiC. Комбинационное рассеяние показало, что доминирующей является гексагональная модификация SiC, скорее всего, 6H. Обнаружено смягчение колебательных мод SiC с уменьшением размера нанокристаллов до $\approx 5 \div 15$ нм.

Госбюджет, проект Network of Excellence

Руководитель – к.ф.-м.н. Баженов А.В.

46. Методом ИК отражения света измерена температурная зависимость спектра оптических фононов в микро- и нанокристаллах LuF_3 . Для понимания наблюдаемых особенностей требуются дополнительные измерения.

Госбюджет, Программы ОФН РАН “Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред”

Руководитель - к.ф.-м.н. Баженов А.В.

47. Методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) получены: диборид магния (MgB_2), синтезированный из элементов, а также тройные соединения MgB_2 с щелочными металлами - рубидием и цезием. Путем измерения динамической магнитной восприимчивости обнаружено увеличение температуры перехода в сверхпроводящее состояние тройных соединений MgB_2/Rb , MgB_2/Cs до 43 К. Установлено, что полученные соединения являются термодинамически неустойчивыми при нормальных условиях, что приводит к их распаду с выделением MgB_2 ($T_c = 38\text{K}$). Проведено исследование влияния ударно-волнового сжатия на структуру и сверхпроводящие свойства MgB_2 до давлений 300 кбар и температуры 800 К. Обнаружено, что в этих условиях сохраняется кристаллическая структура, а также значение температуры сверхпроводящего перехода исследованных образцов.

Госбюджет, Программа ОФН РАН “Новые материалы”.

Руководитель - к.ф.-м.н. А.В. Пальниченко.

48. В рамках общей задачи изучения вопросов строения и свойств многокомпонентных

нейтральных и ионных комплексов на основе фуллеренов, были проведены следующие рентгеноструктурные исследования:

- В тригональных кристаллах ионного комплекса $\text{TPC} \cdot (\text{C}_{60}^{\bullet-})_2 \cdot (\text{MDABCO}^+)$ установлен фазовый переход при 200К. При более высоких температурах фуллерены в одном из двух неэквивалентных слоев проявляют динамический ориентационный беспорядок. Этот беспорядок может быть описан как перескоки между тремя симметрично-эквивалентными ориентациями. Фазовый переход заключается в появлении преимущественной ориентации фуллерена: заселенность одной из ориентаций становится больше 1/3, достигая 85% при 185К. Ориентационное упорядочение фуллеренов в слое приводит к переходу электронной подсистемы в металлическое состояние.

- Для того, чтобы исследовать молекулярную структуру эндофуллерена, его надо кристаллизовать в какой-нибудь структуре. В данной работе эндофуллерен $\text{C}_{72}\text{-Ce}$ был со- кристаллизован с парфиринатом CoTPP . Были получены небольшие (0.05мм) образцы, которые представляли собой пакеты тонких кристаллических пластин ($0.1 \times 1.0 \times 1.0 \text{ мкм}^3$). Дифракционная картина содержала один яркий максимум, соответствующий отражениям от широких граней кристаллитов. Работы по совершенствованию субструктуры кристалла и исследованию ее структуры будут продолжены.

- Дифракционные и структурные исследования показали, что кристаллы фуллерита, выращенные в невесомости, содержат двойники роста без видимых признаков образования микродвойников. Структура фуллерита в двойниках роста является совершенной.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред»,

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

49. Обнаружено, что гидриды фуллеренов C_{60}H_x с содержанием водорода x от 36 до 60 меняют свои свойства при их выдержке в естественных атмосферных условиях. Установлено, что в результате деградации наряду с $\text{C}_{60}\text{-H}$ связями появляются $\text{C}_{60}\text{-OH}$ связи, которые не разрушаются при отжиге образца в вакууме вплоть до температуры 230°C . В результате деградации возникает также зона-зонное поглощение в видимом диапазоне спектра. Предполагается, что деградация обусловлена взаимодействием C_{60}H_x с кислородом воздуха.

Госбюджет, Программы ОФН РАН «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред»

Руководитель – к.ф.-м.н. Баженов А.В.

Физика и инженерия дефектов в кристаллических веществах

50. Методом емкостной спектроскопии глубоких уровней (DLTS) исследована электрическая активность дислокаций в кремнии в зависимости от их предыстории. Обнаружено, что свежее введенные дислокации практически не имеют дефектов с глубокими уровнями. Отжиг образца с неподвижными или медленно движущимися дислокациями к сильному увеличению концентрации С-дефектов которые соответствуют атомам примесей, собираемым на дислокации за счет их большой энергии их связи с ядром дислокации. Быстро движущиеся дислокации остаются «чистыми» поскольку атомы примеси не способны за ними двигаться.

Исследовано гетерирование железа в кремнии путем его сегрегации в тонкий слой жидкого алюминия на поверхности кремния. Показано, что экспериментально измеренный коэффициент сегрегации на два порядка ниже чем коэффициент сегрегации вычисленный из тройной диаграммы железо-кремний-алюминий. Это по-видимому связано с сильным влиянием алюминия на хим.потенциал железа в силициде железа.

Методами DLTS и фото-люминисценции продолжено исследование электронных свойств дислокаций в кремнии декорированных атомами золота. Детально исследован спектр электронных состояний таких дислокаций. Показано, что при температурах до 850°C в присутствии дислокаций почти все золото в равновесии собрано на дислокации в силу очень большой энергии связи атомов золота с ядрами дислокаций, превышающей 2 эВ.

Госбюджет, Программа ОФН РАН "Новые материалы и структуры", Программа Президиума РАН П02 "Квантовая макрофизика»

Руководитель: В.В.Кведер

51. В 2008 году были продолжены исследования модельных твердооксидных топливных элементов планарной геометрии на основе анионных проводников типа YSZ, ScSZ и GDC. С целью минимизации сопротивления композиционного Ni-YSZ анода проведена оптимизация соотношения объемов, занимаемых электрон и анион проводящими фазами. Протекание электрон-ионного тока в композиционной Ni-YSZ керамике описано на основе модели амбиполярной проводимости. Произведен расчет удельной амбиполярной проводимости композита Ni-YSZ. Показано, что зависимость максимальной снимаемой мощности ТОТЭ в зависимости от концентрации никеля в аноде хорошо коррелирует с зависимостью величины амбиполярной проводимости. Лучшие характеристики наблюдаются вблизи первого перколяционного порога при 33 об.% Ni. Это свидетельствует о том, что лимитирующим фактором амбиполярной проводимости анода является ионная компонента проводимости.

Для улучшения проводимости композиционного анода были измерены анионные проводимости анионных проводников 10Sc1YSZ и 10Sc1CeSZ. Было показано, что 10Sc1CeSZ имеет несколько большую проводимость чем 10Sc1YSZ, и значительно большую проводимость (более чем в три раза) чем классический 8YSZ. Замена анионпроводящей компоненты анода ТОТЭ с YSZ на 10Sc1CeSZ существенно увеличила характеристики ТОТЭ, что связано с уменьшением сопротивления анода. Так, при 900°C сопротивление ТОТЭ уменьшилось почти в 4 раза.

Разработан новый метод «встроенного» потенциального электрода, позволяющий проводить прямые измерения перенапряжения на катоде ТОТЭ и исследовать процессы на переходе «ионный проводник – катод».

Госбюджет, Программа Президиума РАН П02 «Квантовая макрофизика»

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

52. Современные ТОТЭ представляют собой сложные многослойные структуры, в которых каждый из функциональных слоев – электродов даёт вклад в полное сопротивление элемента. В 2008 году с целью минимизации потенциала перенапряжения на катоде ТОТЭ синтезирован и исследован новый иттрий содержащий перовскит $\text{Sr}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-y}$. Показано, что новый SYCM оксид является перспективным катодным материалом для среднетемпературных ТОТЭ. Установлено, что $\text{Sr}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-y}$ обладает высокой электропроводностью, достигающей значений $\sim 110 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ при температуре 900°C. Модельные ТОТЭ с катодом на основе $\text{Sr}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-y}$ продемонстрировали высокие мощностные характеристики ($\sim 300 \text{ мВт/см}^2$ при 900°C), даже для электролит поддерживающих образцов с YSZ мембраной толщиной 500мкм.

Синтезирован и исследован новый кальций содержащий перовскит $\text{Ca}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.85}\text{O}_{3-\delta}$. Показано, что новый оксид является перспективным катодным материалом для среднетемпературных ТОТЭ.

С целью исследования температурных зависимостей коэффициентов самодиффузии анионов кислорода в материалах с ионно-электронной проводимостью типа (LSM, SYCM, CYCM) создана установка для проведения изотопного замещение кислорода O16 на изотоп O18. Начаты сравнительные исследования диффузионных профилей изотопов кислорода O16 и O18 в новых катодных материалах

$\text{Sr}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-y}$ и $\text{Ca}_{0.75}\text{Y}_{0.25}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.85}\text{O}_{3-\delta}$ с помощью установки времяпролетной вторичной ионной масс-спектрометрии TOF-SIMS-5.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры»

Руководитель – д.ф.-м.н. С.И.Бредихин

53. С целью исследования электронных состояний 60° дислокациями в германии, были исследованы спектры фотолюминесценции (ФЛ) и нестационарной емкостной спектроскопии глубоких уровней (DLTS) в пластически деформированных монокристаллах германия р-типа после дополнительного их отжига при 700°C . В спектрах DLTS доминирует ассиметричная линия с максимумом в интервале температур 150-200К. Рассчитана энергия центров безизлучательной рекомбинации соответствующих этой линии: $E_{ec} \approx E_V + 0.37$ эВ. В спектрах ФЛ, измеренных на этих же образцах при 4.2К, проявляются электронные дислокационные состояния $E_{фл} \approx E_V + 0.24$ эВ. Таким образом, в процессах излучательной и безизлучательной рекомбинации неравновесных носителей тока в германии р-типа участвуют разные центры.

Госбюджет, Программа Президиума РАН "Квантовая макрофизика".

Руководитель – д.ф.-м.н. С.А. Шевченко

54. С целью исследования динамики преципитации кислорода в кремнии исследована кинетика распада твердого раствора межзельного кислорода при разном состоянии центров зарождения в объеме образца, а также в образцах подвергнутых предварительной пластической деформации и последующему отжигу. Было показано, что в случае предварительного высокотемпературного отжига, концентрация центров зарождения кислородных кластеров незначительна и процесс убывания межзельного кислорода идет медленнее. При этом процесс преципитации контролируется диффузией одиночных атомов кислорода. С точки зрения последующей генерации дислокаций и дефектов дислокационной структуры, ответственных за излучательные центры рекомбинации Д1, такая ситуация представляется выгодной, так как при этом достигается максимальная интенсивность полосы Д1 и основная интенсивность излучения сосредоточена при низкой температуре в узкой спектральной области порядка 10 мэВ. Интенсивность люминесценции пропорциональна числу центров, созданных в процессе генерации. Методом ЭПР исследованы процессы генерации термодоноров в окрестности дислокаций и зависимость их концентрации от термической обработки. Показано, что генерация термодоноров происходит даже при высокотемпературной обработке образцов, когда обычные термодоноры (вдали от дислокаций) распадаются. Указанные явления объясняются, по-видимому, повышенной концентрацией межзельного кислорода в упругом поле дислокаций. Предполагается продолжение работы в этом направлении.

Госбюджет, Программы Президиума РАН П02 «Квантовая макрофизика» и ОФН РАН «Новые материалы и структуры»

Руководитель – д.ф.-м.н. Э.А.Штейнман

55. С целью получения тонких слоев кремния на подложке из углеродной фольги для дальнейшего использования в производстве солнечных элементов разработана новая конструкция тепловой зоны опытной установки, осуществлен переход на бестигельный вариант ростового процесса и смена рабочей атмосферы с аргона на вакуум. Параллельно выполнены эксперименты по контролируемому легированию углеродной фольги алюминием путем барботирования спиртового раствора хлорида алюминия в реакционный объем. Показана возможность получения кремниевых лент шириной 90 мм с толщиной кремниевых слоев от 35 до 80 мкм, перспективных для изготовления дешевых солнечных элементов.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые принципы преобразования энергии в полупроводниковых структурах»
Руководитель – д.т.н. С.К.Брантов

56. Проведены исследования акустической эмиссии (АЕ) в сплаве Al-3%Mg при неустойчивом пластическом течении в условиях эффекта Портевена-ЛеШателье. Оптимизирован набор параметров и режимов измерения спектров АЕ. Изучены влияние изменения типа пластического течения при смене скоростного режима деформации на характер спектров акустической эмиссии и их особенности на разных стадиях кривой деформации.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Н.П.Кобелев

57. Продолжено аналитическое и численное исследование обнаруженного ранее критического явления в динамике диффузионно-контролируемых реакций названного катастрофой аннигиляции. Предсказан новый тип катастрофы аннигиляции на стадии степенной релаксации потока. Исследованы скейлинговые законы этого явления в окрестности критической точки. Численно исследован кроссовер между двумя предельными режимами катастрофы аннигиляции. Рассмотрена проблема диффузионно-контролируемой эволюции системы: остров частиц А - остров частиц В, при распространении резкого фронта аннигиляции. Показано, что эта общая проблема, которая включает как частные случаи проблемы море-море и остров - море, демонстрирует богатое динамическое поведение от самоускоряющегося коллапса одного из островов до синхронной экспоненциальной релаксации обоих островов. Найден универсальный асимптотический режим распространения резкого фронта и выявлены пределы его применимости для случаев среднеполевого и флуктуационного фронтов. Построена систематическая теория распространения и эволюции реакционного фронта $A+B \leftrightarrow C$ в реакционно-диффузионной системе где остров частиц А окружен однородным морем частиц В. Дан систематический анализ кроссовера от необратимого к обратимому режиму распространения фронта в рамках квазистатического приближения. Выведено ключевое условие гибели острова в режиме квазиравновесного фронта. Показано, что ниже некоторого критического значения константы обратной реакции g на траектории фронта появляется две точки поворота, первая из которых возникает на стадии резкого локализованного фронта, а вторая является следствием радикальной трансформации структуры фронта при проходе через критическую точку (делокализация фронта). Найдено замечательное свойство самоподобия прохода через критическую точку, выведены скейлинговые законы такого прохода и показано что в пределе $g \rightarrow 0$ эти законы приводят к явлению внезапной (скачкообразной) делокализации фронта.

Госбюджет.

Руководитель - к.ф.-м.н. Б. М. Шипилевский

Структурный анализ реальных кристаллов

58. Экспериментально и методами компьютерного моделирования изучено распространение рентгеновского волнового поля в упругом поле краевой дислокации пересекающей треугольник рассеяния точно по биссектрисе угла рассеяния, т.е. когда ось дислокации перпендикулярна поверхности кристалла и вектору дифракции. Методами геометрической оптики проанализировано рассеяние рентгеновского поля на сложном упругом поле дислокации. Установлено, что тонкая структура дифракционного изображения дефектов в толстых кристаллах определяется различиями в рассеянии нормальной и аномальной мод волнового поля вблизи берегового отражения. Рентгеновское дифракционное изображение дефектов в

случае толстых кристаллов может иметь симметрию отличную от симметрии функции локальных разориентаций кристаллической решетки. Рассеяние рентгеновской волны на локальных искажениях кристаллической решетки происходит по двум разным механизмам в зависимости от градиента пространственных изменений деформационного поля. В областях кристалла, где упругое поле меняется с расстоянием медленно, рентгеновское волновое поле успевает подстраиваться и отслеживает отклонения кристаллической решетки от точного условия Брэгга. В областях кристалла, где упругое поле меняется значительно на расстояниях порядка экстинкционной длины, эта область выходит из отражающего положения и возникает интерференционное рассеяние на границе этой области. Причем существенно, что вид деформационного поля в данном случае уже не имеет значения.

Госбюджет,

Руководитель - проф. Э.В.Суворов

59. Методом просвечивающей электронной микроскопии исследовано формирования наночастиц манганита лантана $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ при фазовом переходе. Исследования образцов показали, что синтезированные кристаллы со структурой орторомбической фазы PnmaI имеют сложную неправильную форму с развитой поверхностью различной кривизны. Средний поперечный размер таких частиц порядка микрометра. В процессе отжига в вакууме фазовый переход приводит к образованию частиц новой фазы (PnmaII) в первую очередь в приповерхностных областях. Фазовый переход сопровождается возникновением значительных упругих напряжений, т.к. объем, приходящийся на одну ячейку, увеличивается на $\sim 2.6\%$. При отсутствии возможности пластической деформации этого хрупкого материала, компенсация большого объемного эффекта осуществляется путем нарушения сплошности - образования трещин и разрушения материала в приповерхностной области. Такой процесс может осуществляться многократно до полного разрушения исходных частиц со структурой PnmaI . В результате этого образуются частицы со структурой PnmaII и размером 5-15 нм. В процессе отжига образовавшиеся нанокристаллы могут приобретать равновесную огранку.

Методами мессбауэровской спектроскопии и рентгеновской дифракции исследовано влияние примеси Fe, замещающей катионы марганца, (до 10 ат.%) на структурные изменения в соединении $\text{LaMn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3+\delta}$. Показано, что при содержании примеси Fe до 10 ат.% в пределах фазы PnmaII происходит локальное формирование фазы PnmaI . Ее количество растет с ростом концентрации Fe, и соответственно количество фазы PnmaII начинает заметно уменьшаться. В области 10 ат.% Fe орторомбическая фаза PnmaII не формируется. Подавление фазы PnmaII связано с тем, что введение не ян-теллеровского иона Fe^{3+} в окружение ян-теллеровского иона Mn^{3+} приводит к локальному разупорядочению зарядового упорядочения, которое растет с ростом содержания примеси железа.

Госбюджет, Программа РАН «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред».

Руководитель: проф. В.Ш. Шехтман

60. Рентгеноструктурное исследование монокристаллов органических сверхпроводников $\kappa\text{-(ET)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$, полученных с применением дицианамидов переходных металлов, показало, что в этом случае образуются два типа кристаллов: ранее известные $\kappa\text{-Br}$ и $\kappa'\text{-Br}$. Установлено, что при идентичности общего характера кристаллической структуры кристаллы $\kappa'\text{-Br}$ имеют меньший объем элементарной ячейки по сравнению с кристаллами $\kappa\text{-Br}$, 3300.4 и 3316.4 Å^3 , соответственно. Для монокристаллов дейтерированного аналога $\kappa'\text{-d}^8(\text{ET})_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$ ($\text{d}^8\kappa'\text{-Br}$) был найден объем элементарной ячейки 3314.9 Å^3 .

Среди кристаллов семейства квазидвумерных органических металлов $(\text{BEDO})\{\text{M}_2^+[\text{Cr}^{\text{I}}(\text{CN})_5\text{NO}]\}_x$, где М – К (1), Rb (2), Tl (3), были отобраны монокристаллы 1 и 3 хорошего дифракционного качества. Кристаллы имеют композитную структуру, состоящую из двух подрешеток: анионной подрешетки, которая содержит анионы $[\text{Cr}^{\text{I}}(\text{CN})_5\text{NO}]^{3-}$ и катионы малого размера M^+ , и донорной BEDO подрешетки. Полные экспериментальные массивы отражений для кристаллов были получены на монокристалльном четырехкружном дифрактометре Oxford diffractions с координатным детектором. В ходе анализа структурных данных кристалла 1 найдены слабые точечные рентгеновские отражения, соответствующие утроению ранее известной анионной подрешетки в усредненной структуре. Экспериментальные отражения от анионной решетки кристалла 1 были проинтегрированы в новой (утроенной) ячейке: 7.661(5), 7.711(5), 19.515(7), 80.08(4), 86.48(4), 61.78(7), $V=1000(1)\text{Å}^3$. В случае кристаллов 3 для анионной подрешетки помимо интенсивных рефлексов, соответствующих, как и в 1, утроению ячейки, наблюдались сателлитные отражения с несоизмерным вектором модуляции $q=\pm(0.165, 0.340, 0)$. Экспериментальные отражения от анионной решетки кристалла 3 были проинтегрированы в ячейке: 7.794(2), 7.807(2), 19.303(2), 79.88(4), 85.95(4), 61.51(5), $V=1016(1)\text{Å}^3$, с учетом сателлитных отражений до 3 порядка включительно. Установлено, что параметры донорной подрешетки BEDO не зависят от состава анионной части, ее объем: $V_{\text{BEDO}}=406\text{Å}^3$, в то время как разница в объемах анионных подрешеток, содержащих катионы K^+ и Tl^+ , составляет 16Å^3 .

В структуре кристаллов наибольшие изменения касаются анионного слоя. Интенсивность рефлексов, утраивающих объем анионной подрешетки кристаллов 1, очень слабая, вследствие чего наблюдается лишь частичное упорядочение, и в анионной решетке катионы K^+ и анионы $[\text{Cr}^{\text{I}}(\text{CN})_5\text{NO}]^-$ занимают смешанные позиции, как и в усредненной структуре. В кристаллах 3, содержащих катионы Tl^+ , рефлекс, утраивающий ячейку, имеют большую интенсивность, т.к. позиции анионов и катионов Tl^+ в анионной подрешетке полностью разделены. Анион $[\text{Cr}^{\text{I}}(\text{CN})_5\text{NO}]^-$ находится в центре инверсии, а катионы Tl^+ формируют гексагональное окружение аниона. Учет сателлитных отражений при решении структуры анионной подрешетки позволил определить характер модуляции. В структуре анионного слоя присутствует сильная модуляция смещения как аниона, так и катиона Tl^+ .

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред» Программа Президиума РАН «Новые принципы и методы создания и направленного синтеза соединений с заданными свойствами».

Руководитель - д.ф.-м.н. Р.П. Шibaева

61. Экспериментальные результаты исследования структурных особенностей обратного перехода фазы высокого давления в исходную β -фазу в монокристаллах $\text{Eu}_2(\text{MoO}_4)_3$ использованы для математического моделирования дифракционных спектров в случае отражения рентгеновских лучей от нескоррелированного чередования набора идентичных параллельных атомных плоскостей (пакетов) в зависимости от статистики распределения расстояний между ними. На основе полученных результатов сделано заключение, что повышенный дифракционный фон постоянной интенсивности в широком угловом интервале, наблюдаемый на первых этапах кристаллизации сложных редкоземельных оксидов при высокотемпературном отжиге аморфных прекурсоров, может быть обусловлен паракристаллическими выделениями в виде наборов из нескольких идентичных атомных плоскостей (пакетов) с нерегулярными расстояниями между наборами

РАН, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред»

Руководитель – д.ф.м.н. И.М.Шмытько

62. Впервые в пленках жидких кристаллов изучена самоорганизация частиц с различной величиной топологического заряда (+1,-1,0). Показано, что частицы эффективно взаимодействуют на расстояниях, существенно больших размеров частиц. Время образования упорядоченных структур из частиц, включающих частицы с ненулевым топологическим зарядом, существенно меньше, чем у частиц с нулевым топологическим зарядом. Обнаружен новый механизм образования линейных структур из частиц другой фазы, при котором линейные структуры в смектических пленках генерируются дефектами с топологическим зарядом $S=-1$. Изменение положения топологических дефектов на поверхности частиц приводит в структурах к изменению равновесных расстояний. Впервые в линейных структурах из частиц осуществлено изменение межчастичных расстояний более чем в три раза. Приготовлены суспензии на основе жидких кристаллов и углеродных нанотрубок различного диаметра. Исследованы их электрооптические характеристики. Осуществлена перестройка ориентации структур из частиц при изменении направления внешнего электрического и магнитного поля.

Показано, что сегнетиэлектрическая фаза жидких кристаллов образуется изменением от слоя к слою полярного и азимутального углов ориентации молекул. Проведен расчет структуры и фазовых переходов между сегнетиэлектрической и антисегнетоэлектрическими фазами на основе дискретной теории Ландау фазовых переходов. Из сопоставления с экспериментальными данными впервые определена величина изменения угла наклона молекул в смектических слоях в сегнетиэлектрической структуре. Проведены электрооптические исследования тонких пленок сегнетиэлектрических и антисегнетоэлектрических жидких кристаллов. Обнаружено, что ориентация сегнетиэлектрических пленок в электрическом поле зависит от их толщины и определяется объемной и поверхностной поляризацией.

Госбюджет, Программа ОФН "Новые материалы и структуры", Программа РАН «Квантовая макрофизика», подпрограмма "Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред", Грант Президента РФ № МК-2382.2007.2

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

Нелинейные волновые процессы в жидком водороде и гелии

63. Проведены экспериментальные исследования формы стационарных спектров капиллярной турбулентности на поверхности жидкого водорода и гелия в зависимости от спектральной ширины шумовой возбуждающей силы. При широкополосной накачке $\Delta\omega/\omega_p > 1$ в системе формируется турбулентный каскад с монотонно убывающим спектром по закону $\omega^{-17/6}$ (для парной корреляционной функции отклонения поверхности). При последовательном уменьшении ширины накачки до узкополосной $\Delta\omega/\omega_p \ll 1$ форма спектра радикально меняется: формируется каскад хорошо разрешённых пиков на частотах кратных средней частоте накачки ω_p . Ширина пиков растёт линейно с увеличением частоты, высоты пиков спадают по степенной зависимости близкой к $\omega^{-3.5}$. Полученные экспериментальные результаты хорошо согласуются с численным расчётом в рамках волновой турбулентности.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика»

Руководитель – д.ф.-м.н. А.А. Левченко

64. Проведены исследования акустической турбулентности в системе сильно нелинейных волн второго звука в объёме сверхтекучего гелия. Показано, что положение высокочастотного края инерционного интервала определяется амплитудой

волны на частоте накачки, а также величиной расстройки частоты возбуждающей волны от резонансной частоты в ячейке. Моделированием на основе кинетического уравнения показано, что при небольших расстройках на турбулентном каскаде появляются субгармоники, а высокочастотный край инерционного интервала ствигается в сторону низких частот.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Математические методы нелинейной динамики»

Руководитель – к.ф.-м.н. Г.В.Колмаков

65. Проведены исследования распространения волн второго звука в сверхтекучем гелии при наличии дейтериевого-гелиевого геля. Измерений проводились на частотах порядка 1000 Гц. на резонансных гармониках стоячих волн с номерами от 6 до 10. Дейтериево-гелиевый гель конденсировался в кварцевый резонатор. Волны второго звука возбуждались пленочным нагревателем, а регистрировались сверхпроводящим болометром. Показано, что характер распространения волн второго звука резко меняется при конденсации дейтерия. Добротность кварцевого резонатора уменьшается в 5 раз на высоких частотах, а скорость уменьшается на 2%. Таким образом, показано, что волны второго звука оказались чувствительными к присутствию геля.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Новые материалы и структуры»

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

66. Выполнены исследования особенностей поведения турбулентного каскада в системе волн второго звука в сверхтекучем гелии в области затухания, где становится существенным вязкое затухание. Эксперименты проводились в цилиндрической ячейке, заполненной жидким гелием. Для возбуждения волн второго звука используется пленочный малоинерционный нагреватель. Впервые при возбуждении волн второго звука гармоническим сигналом удалось наблюдать развитие распадной неустойчивости и формирование низкочастотных субгармоник, а при некоторых амплитудах возбуждающей силы в объеме жидкости формируется акустический аналог волны убийцы на поверхности жидкости. Изучено распределение волн по амплитудам в турбулентном каскаде.

Госбюджет,

Руководитель – к.ф.-м.н. В.Б. Ефимов

Нанокристаллические и наноструктурные материалы

67. В 2008 году были продолжены исследования структурных параметров наноструктуры, образованной в результате внешних воздействий на аморфную фазу двойных сплавов на основе железа и зависимости магнитных свойств от интенсивности и характера воздействий. Методами электронной микроскопии и рентгенографии исследованы условия формирования нанокристаллов в аморфном сплаве $Fe_{80}B_{20}$ под действием интенсивной пластической деформации (ИПД). Изучена зависимость размера нанокристаллов и доли нанокристаллической фазы, образующейся при кристаллизации аморфного сплава, от величины интенсивной пластической деформации. Показано, что ИПД приводит к нанокристаллизации образцов. Средний размер образующихся нанокристаллов составляет около 6 нм. Формирование нанокристаллов обнаружено только в зонах локализации пластической деформации – зонах сдвига. Эти зоны имеют протяженную форму, их ширина составляет несколько микронов, в них наблюдаются области пониженной плотности материала, а в ряде случаев, даже поры. Размер таких несплошностей составляет 5-50 нм. Обнаружено, что при увеличении степени деформации доля нанокристаллической фазы возрастает. В соответствии с оценками доли фаз, проведенными путем разложения максимумов на дифрактограммах на составляющие, получено, что в образцах, подвергнутых деформации в 15 оборотов, доля нанокристаллов в 9 раз

больше, чем в образцах, подвергнутых деформации в 8 оборотов. В то же время средний размер нанокристаллов остается неизменным. Подобное поведение свидетельствует о поэтапном развитии процесса деформации и его делокализации в образце. Получены данные о зависимости гистерезисных магнитных свойств от параметров ИПД и характеристик наноструктуры.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры»

Руководитель – д.ф.-м.н. А.С.Аронин

68. Исследовано влияние добавок Mo, Pd, P на образование и характеристики нанокристаллической структуры. Показано, что при кристаллизации *in-situ* в колонне электронного микроскопа возможно формирование нанокристаллической структуры в сплаве Ni₄₀Pd₄₀P₂₀ (обычно при объемной кристаллизации этого сплава наноструктура не образуется). Образованная структура состоит из нанокристаллов PdNi и аморфной матрицы. Размер нанокристаллов составляет около 2-10 нм. Показано, что формирование наноструктуры происходит за счет изменения химического состава в приповерхностной области. Определен коэффициент диффузии фосфора в сплаве. Проведено сравнение микроструктуры сплавов Ni₇₀Mo₁₀P₂₀ и Ni₄₀Pd₄₀P₂₀. Различие в процессах кристаллизации обусловлено разной растворимостью второго металлического компонента в никеле (неограниченная растворимость палладия и ограниченная молибдена).

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры»

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

69. Проведены исследования влияния исходной структуры на характеристики скачкообразной деформации промышленных ультрамелкозернистых алюминиевых сплавов АМг3 и АМг6, полученных методом интенсивной пластической деформации. Установлено, что сплавы с различным содержанием кремния демонстрируют совершенно различное деформационное поведение: сплав АМг3 (0.48% Si) демонстрирует гладкую кривую нагружения, а сплав АМг6 (0.05% Si) – ступенчатую. Обнаружено, что резкий переход от гладкой к ступенчатой кривой нагружения в сплаве АМг6 после ИПД и отжига в узком температурном интервале (около 20°C) вблизи температуры сольвуса связан с окончанием первичной рекристаллизации. При этом в структуре происходит коагуляция частиц фазы Al₃Mg₂. На основе анализа обнаруженных структурночувствительных эффектов скачкообразной деформации высказано предположение о существенной роли состояния границ зерен в развитии неустойчивости пластического течения ультрамелкозернистых алюминий–магниевого сплавов. Показано, что факторы, блокирующие границы зерен – наличие на границах частиц Mg₂Si или Al₃Mg₂, – полностью подавляют макроскопическую скачкообразную деформацию.

Госбюджет

Руководитель – к.ф.-м.н. Мазилкин А.А.

70. С целью разработки технологии выращивания объемных монокристаллов карбида кремния на ростовой установке с резистивным нагревом получена опытная партия монокристаллов диаметром 50 мм и высотой до 12 мм и исследованы их характеристики. Показано, что политип выросшего кристалла соответствует структуре подложке (4Н или 6Н); концентрация микродефектов варьирует в интервале 10^3 см^{-2} – $8 \times 10^3 \text{ см}^{-2}$, что соответствует уровню дефектов в подложке; проводимость – n – типа; общая сумма примесей составляет $\sim 10^{-3}$ %масс.

Госбюджет

Руководитель – д.т.н. Г.А.Емельченко

71. Методом инфильтрации расплава нитрита натрия в матрицы синтетических опалов получены наноконпозиты опал – NaNO_2 . Проведен анализ спектров отражения синтетических опалов с диаметрами глобул 200, 240 и 290 nm, заполненных сегнетоэлектриком нитритом натрия (NaNO_2) и отожженных на воздухе или в аргоне. Установлено, что в спектрах отражения исследованных образцов обнаруживается полоса, соответствующая запрещенной фотонной зоне, которая смещается в область больших длин волн при введении нитрит натрия. Построены экспериментальные и расчетные зависимости положения стоп-зоны от диаметра глобул. Зависимость положения стоп-зоны такого опала от размеров глобул отличается от линейной зависимости и связана с преобразованиями в структуре опала, в том числе внутри глобул. Опалы, заполненные нитритом натрия, прошедшие предварительный отжиг в атмосфере аргона, отличаются более узкой фотонной запрещенной зоной, чем запрещенная зона опала, отожженного в атмосфере кислорода. Установлено, что в композите Pt/опал, изготовленном при 600°C , фотонная запрещенная зона (ФЗЗ) смещена в длинноволновую сторону спектра на ≈ 100 nm (в исходном опале ФЗЗ находилась при $\lambda = 580$ nm). Длинноволновое смещение ФЗЗ в композите Pt/опал обусловлено радикальным уменьшением плазменной частоты ω_p свободных носителей Pt в композите по сравнению с ω_p в объемной платине. В объемной Pt ω_p расположена в УФ диапазоне спектра. В спектре поглощения наночастиц платины в воде наблюдается пик поглощения (208 nm) в области плазменных частот металлов. Наши измерения показали, что в композите $h\omega_p < 0,016$ эВ.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

Руководитель – д.т.н. Г.А.Емельченко

72. Разработаны методики получения структур состоящих из наночастиц галлия в монокристаллических матрицах GaSe, которые могут быть использованы для изготовления нейтральных абсорбционных фильтров инфракрасного диапазона. На основе таких структур также разработаны термочувствительные оптические фильтры ИК диапазона. Начаты исследования в направлении создания объемных материалов путем управляемого формирования наноразмерных пор в монокристаллах полупроводников, в т.ч., нанопор, заполненных активными средами. В частности, разрабатываются методы управления содержанием и распределением микро-, субмикро- и нанопор в кристаллах халькогенидов металлов. Получены структуры из субмикропор, заполненных монооксидом углерода, в кристаллах ZnSe.

Госбюджет, Программа ОФН РАН «Новые материалы и структуры».

Руководитель – к.т.н. Колесников Н. Н.

73. Создан композиционный материал, представляющий собой нанокристаллы ZnS, армированные углеродными нановолокнами, проходящими непосредственно через объем кристаллической решетки. Разработан способ получения таких материалов высокотемпературным химическим осаждением из паровой фазы. В методике используется реакция углерода с парами сульфида цинка в инертной атмосфере. Показано, что в композитах стабилизируется гексагональная модификация ZnS, являющаяся высокотемпературной фазой (точка перехода в кубическую структуру 1020°C). Завершена разработка методики получения металлоуглеродных гибридных наноструктур на основе графитовых нановолокон и цинка (МУГ). Разработана, изготовлена и запущена макетная установка для получения МУГ с производительностью 70 куб. см. / цикл.

Госбюджет, Подпрограмма № 2 «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред» программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Квантовая Макрофизика».

Руководитель – к.т.н. Колесников Н. Н.

74. Исследован характер анизотропии упругих свойств и параметры релаксационных процессов в субмикроструктурном сплаве Cu-0.17%Zr, полученном методом равноканального углового прессования. Выявлено, что анизотропия упругих свойств в сплаве примерно в два раза слабее, чем в чистой меди, прошедшей ту же обработку. Обнаружены пики внутреннего трения релаксационного типа при температурах ниже комнатной, по своим параметрам близкие к деформационным пикам внутреннего трения в микроструктурной меди. Показано, что необратимая релаксация упругих характеристик в сплаве, проходящая при температурах выше комнатной, характеризуется распределенным спектром энергий активации; определена форма этого спектра.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Н.П.Кобелев

75. Исследован процесс нанокристаллизации массивного металлического стекла Pd₄₀Cu₄₀P₂₀. Показано, что основной фазой, формирующейся при кристаллизации Pd₄₀Cu₄₀P₂₀, является тетрагональная фаза Pd₂Cu₂P. В то же время на начальных стадиях кристаллизации появляется метастабильная фаза, структура которой пока не установлена. Она исчезает после термообработок при температурах примерно на 100 градусов выше температуры начала кристаллизации.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Н.П.Кобелев

76. Получены новые данные о кристаллизационном поведении аморфных прекурсоров нанокристаллических сплавов типа FINEMET – богатых железом сплавов системы FeSiBNb с небольшими (~1 ат. %) добавками меди, тех же сплавов, но без добавок меди, и сплавов системы FeBNb. Показано, в частности, что последовательность стадий кристаллизации сплавов системы FeSiBNb без добавок меди зависит от их состава. При этом кристаллы твердого раствора на основе α-Fe появляются совместно с кристаллами метастабильной бинарной (Fe-Nb) фазы типа α-Mn до или после начала образования кристаллов четверного (Fe-Si-B-Nb) соединения (с гексагональной структурой и параметрами решетки $a = 1.229$ и $c = 0.771$ нм; детали структуры соединения уточняются). В соответствующих по составу сплавах типа FINEMET кристаллы твердого раствора на основе α-Fe являются продуктом первичной кристаллизации их прекурсоров, а следующая за первичной кристаллизация прекурсоров проходит без образования фазы типа α-Mn. Полученные данные расширяют существующие представления о процессах формирования наноструктур в аморфных сплавах на основе железа и возможности управления этими процессами.

Госбюджет.

Руководитель – д.т.н. А.В. Серебряков.

77. Проведена характеристика структуры и магнитных свойств пленок Fe(Co,Ni)_xPd_{1-x}, полученных по разработанным ранее методикам электроимпульсным осаждением из органических электролитов. Электронно-микроскопические исследования показывают, что полученные пленки образованы кластерами размером 100-300 нм которые состоят из частиц размером 3-10 нм. Изучена также структура нанокристаллических пленок палладия и его сплавов с железом, кобальтом и никелем, полученных бестоковым осаждением из органических растворов. С помощью компьютерно-управляемой установки электрохимическим осаждением из 2-х ванн приготовлены образцы многослойных структур ферромагнетик-нормальный металл: 25 бислоев Pd₃₀Ni₇₀(10 нм)/Cu(10 нм). Проводится рентгеновское исследование образцов и изучение их магнитных свойств. Проверено влияние слабого магнитного поля ($4,8 \times 10^{-2}$ Тл) на самоорганизацию структуры пленки при электроосаждении сплава Pd₅₄Co₄₆ импульсным током. При сравнении доменной структуры и FMR-

спектров пленок, полученных из одного и того же раствора на латунную подложку при воздействии магнитного поля и без него, обнаружены сдвиг пика и увеличение амплитуды FMR-спектра в случае электроосаждения в присутствии магнитного поля, что связывается с упорядочением магнитной структуры пленки.

Госбюджет, Программа ОФН РАН “Влияние атомно- кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред”.

Руководитель - к.т.н. Г.В. Струков

78. Изучена морфология частиц фазы Al_3Mg_2 на границах зерен твердого раствора (Al) в сплавах Al–Mg с содержанием магния от 4 до 25 вес. %. Средний контактный угол между частицами Al_3Mg_2 и границами зерен в (Al) падает с ростом температуры. Первые границы зерен в (Al), полностью смоченные фазой Al_3Mg_2 , появляются при температуре 200°C. Стопроцентное смачивание всех границы зерен в (Al), наступает выше 420°C. В системе Fe–C экспериментально наблюдались переходы от неполного к полному смачиванию: (1) границ зерен в аустените цементитом; (2) границ зерен в аустените ферритом; (3) границ зерен в феррите аустенитом. Показано, что в чистых сплавах Fe–C не происходит смачивания границ зерен в феррите цементитом, тогда как в малоуглеродистых низколегированных сталях (содержащих, например, марганец и ниобий) цементит может образовывать смачивающие прослойки на границах зерен в феррите.

Госбюджет.

Руководитель – проф. Б.Б. Страумал

79. Впервые изучено изменение формы границ зерен (ГЗ) в цинке с ростом температуры вблизи зернограничного фазового перехода огранения – потери огранки на ГЗ $30^\circ [10\bar{1}0]$. Длина зернограничной фасетки падает с ростом температуры, затем фасетка исчезает при $T_R = 673 K$ (температура потери огранки). Показано, что это превращение обратимо: при охлаждении фасетка вновь появляется при некоторой температуре $T_f = 668 K$ (температура огранения). Наблюдался гистерезис перехода: $T_R > T_f$. Наличие гистерезиса по температуре свидетельствует о фазовом переходе I рода. Впервые исследована кинетика исчезновения фасетки при постоянной температуре выше T_R , а также кинетика появления и роста фасетки при постоянной температуре ниже T_f . Ориентация фасеток определяется решеткой вынужденных совпадающих узлов (РВСУ). Они лежат вдоль плотноупакованных плоскостей РВСУ. Выше T_R касательные к ограненной и неограненной частям вместе выхода ребра I рода лежат вдоль плотноупакованных плоскостей РВСУ (как фасетки ниже T_R). Одна и та же ГЗ, будучи ограненной, двигается медленнее и с большей энергией активации, чем когда она не огранена.

Госбюджет.

Руководитель – проф. Б.Б. Страумал

80. С помощью просвечивающей электронной микроскопии обнаружено и исследовано растворение (~ 30 нм) нановключений жидкого Pb, связанных с дислокацией в Al матрице. Получены кинетические зависимости растворения включений при температурах 525°C, 542°C и 543°C. Анализ экспериментальных данных проведен в рамках модели, предполагающей, что растворение включений контролируется диффузией Pb по дислокации. Показано, что поведение кинетических зависимостей растворения включений хорошо описывается с помощью уравнения, полученного в рамках этой модели. Из кинетики растворения включений Pb на дислокации в Al матрице в рамках предложенной модели получены активационные параметры диффузии Pb по дислокациям и границам зерен в Al матрице. Большая величина кажущейся энтальпии активации растворения включений Pb на дислокации в Al определяется большой энтальпией растворения Pb в Al.

Госбюджет.

Руководитель- к.ф.-м.н.С.И. Прокофьев

Фазовые переходы под давлением

81. В сериях из 20 последовательных синтезов при давлении водорода/дейтерия 90 кбар в течение 24 час с последующей закалкой до -170°C получены образцы сверхстехиометрических гидридов $\text{LaNi}_5\text{H}_{9.5}$ и $\text{LaNi}_5\text{D}_{9.5}$ массой 0.8 г каждый с разбросом по составу не более 5%. Проведено исследование обоих закаленных образцов методами рентгеновской и нейтронной дифракции при температуре 80 К. Профильный анализ дифрактограм показал, что основным кристаллическим пикам соответствует гексагональная структура LaNi_2H_x с пространственной группой $R\bar{6}/mmm$. Интегральный состав образца по никелю и водороду можно объяснить в предположении, что в результате гидрогенолиза произошло выделение рентгеноаморфного гидроксида NiH , а новый гексагональный гидрид имел состав LaNi_2H_7 , что допустимо из кристаллохимических соображений.

Госбюджет, Подпрограмма №3 Программы Президиума РАН П-09 “Исследование вещества в экстремальных условиях”

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Е. Антонов

82. Методом барических обработок изучены фазовые переходы у моноклинной α -фазы NaVO_3 при давлениях до 90 кбар. Найдено, что поликристаллические образцы при давлении более 60 кбар становятся аморфными. Монокристаллические образцы α - NaVO_3 не аморфизуются до 90 кбар и, вместо этого, переходят в новую фазу высокого давления. Эта новая поликристаллическая фаза метастабильно устойчива при нормальных условиях. При нагреве до 594°C происходит ее превращение в исходную α -фазу, сопровождающееся тепловым эффектом 21.3 Дж/г.

Госбюджет, Подпрограмма №3 Программы Президиума РАН П-09 “Исследование вещества в экстремальных условиях”

Руководитель – к.ф.-м.н. В.В. Сеницын.

83. Измерением барической зависимости температуры T_c сверхпроводящего перехода в ОЦК сплаве Ti-V с 6 ат/% Ti завершён цикл исследований сверхпроводимости в системе ванадий-титан при высоких давлениях. У сплава V_{94}Ti_6 , как и у исследованных ранее сплавов Ti-V с более высоким содержанием титана, обнаружены аномалии на кривой $T_c(P)$ в форме локального минимума и максимума. Начаты исследования сплавов системы Nb-Mo , и при давлениях до 30 ГПа изучены зависимости $T_c(P)$ для сплавов с 5, 10 и 15 ат.% Mo . Анализ результатов исследований показывает, что основной причиной фазовых переходов и аномалий сверхпроводящих свойств в ОЦК фазах ниобия, ванадия и твёрдых растворов титана и циркония на их основе является аномально высокая чувствительность фононных спектров к изменению объёма, приводящая к падению устойчивости кристаллической структуры.

Госбюджет, Подпрограмма №1 Программы Президиума РАН “Исследование вещества в экстремальных условиях”.

Руководитель – проф. Е.Г. Понятовский

84. Определен оптимальный режим термобарической обработки фазы низкого давления α - MgH_2 для ее превращения в более плотную полиморфную модификацию γ - MgH_2 . Выдержкой α - MgH_2 в течение нескольких часов при давлении 50 кбар и температуре 400°C получены образцы общим весом 2 г, содержащие 80–90% γ - MgH_2 . Достигнутая степень $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения является рекордной. Полученные образцы, однако, содержали несколько процентов MgO и неидентифицированных

фаз (предположительно, гидроксидов), что препятствует корректному выделению вклада от γ -MgH₂ в интенсивность изученного спектра неупругого рассеяния нейтронов.

Госбюджет, Подпрограмма №3 Программы Президиума РАН П-09 “Исследование вещества в экстремальных условиях”

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Е. Антонов

85. Методом “нейтронного кино” на дифрактометре D1B в ИЛЛ (Гренобль) изучен процесс тепловой релаксации метастабильного аморфного полупроводника (GaSb)₇₆Ge₂₄ при температурах от комнатной до температуры кристаллизации. Показано, что температурный предел устойчивости аморфного полупроводника GaSb при введении германия возрастает от 350 К до 625 К при сохранении основных особенностей структуры ближнего порядка. Кристаллизация аморфного (GaSb)₇₆Ge₂₄ приводит к образованию метастабильного трехфазного состояния, что доказывает негомогенность аморфной системы.

Госбюджет, Подпрограмма №1 Программы Президиума РАН “Исследование вещества в экстремальных условиях”.

Руководитель – к.ф.-м.н. В.К. Федотов

86. Отработана методика и проведен синтез порошков аморфного кремния и германия при атмосферном давлении. Определена максимально возможная температура синтеза, не приводящая к кристаллизации конечного продукта. Методом рамановской спектроскопии в аморфном Ge обнаружен обратимый переход в интервале давлений 5–13 ГПа. Отсутствие объемной кристаллизации образца при этом переходе установлено методом рентгеновской дифракции. Отработана методика измерения температуры сверхпроводящего перехода под высоким давлением для порошкообразных образцов аморфного германия и проведены пробные измерения.

Госбюджет.

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

87. С целью изучения факторов устойчивости сложных кристаллических структур в фазах простых металлов с привлечением концепции Юм-Розери проведено структурное исследование сплава CuZn с ОЦК структурой при высоких давлениях до 90 ГПа. Обнаружено превращение этой фазы при давлении свыше 40 ГПа с образованием сверхструктуры на основе тригональной ячейки с пятикратным увеличением периода вдоль оси с. Устойчивость такой сложной, низкосимметричной структуры объясняется возникновением новых Бриллюэновских плоскостей вблизи поверхности Ферми и понижением энергии валентных электронов – усилением эффектов Юм-Розери под давлением.

Госбюджет,

Руководитель - д.ф.- м.н. В.Ф. Дегтярева.

Новые металлические материалы и сплавы со специальными свойствами

88. Разработан химико-металлургический метод получения кристаллов высокочистого никеля и изготовления магнетронных мишеней из высокочистых никеля, кобальта, титана. Методом рассеяния медленных ионов исследована поверхность монокристаллов молибдена и вольфрама. Исследовано влияние структуры поверхности на интенсивность сигнала обратно рассеянных ионов He⁺ с энергией 3 кэВ. Определена динамика поверхностных свойств кристаллов молибдена, тантала и вольфрама ориентаций 111 и 112. Получены совершенные монокристаллы вольфрама

с плотностью дислокаций на уровне 5×10^4 1/см² для использования в качестве дефлекторов для управления пучками заряженных частиц.

Госбюджет

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

89. Исследовано влияния температуры и времени отжига на фазовые и структурные превращения на границе раздела медь – сплав ниобия с титаном. Показано, что уже при 450 °С на границе раздела наблюдается формирование интерметаллидов в системе медь титан, приводящее к разрушению слоев при более высоких температурах отжига. Показано, что константа К в уравнении Холла-Петча для связи твердости и толщины слоев в наноламинатах Cu-Nb и Nb-(NbTi) зависит от разориентировки кристаллических решеток на межслойных-межфазных границах.

Госбюджет.

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

90. Отработан режим компактирования образцов из порошков TiH₂ и ZrH₂ с целью получения плоских изделий пригодных для использования в качестве радиационной защиты стенок атомных реакторов. Процесс происходит под давлением 118 кГ/мм² с использованием цилиндрической разборной пресс-формы. Получены образцы диаметром до 51 мм толщиной около 3.5 мм. Образцы гидридов титана и циркония после освобождения из пресс-формы хорошо сохраняли форму дисков, имели металлический блеск. Образцы гидрида титана имели закрытую пористость. Их плотность, измеренная методом гидростатического взвешивания, составляла 3,70 г/см³. Образцы гидрида циркония имели плотность 4.74 г/см³ и открытую пористость 14%. Возможно прессование плоских прямоугольных изделий.

Продолжались ранее начатые исследования по получению сплава титана с 45 масс.% циркония. Верхний предел диапазона температур спекания порошковых заготовок был увеличен до 1600°С. В отличие от сплава, полученного при температуре спекания 1300°С, после спекания при 1600°С сплав имел однофазную полосчатую структуру по всему объему, характерную для сплавов, претерпевающих мартенситный β→α переход.

Госбюджет.

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

91. Разработана методика изготовления высокотемпературных нагревателей на основе силицидов тугоплавких металлов и карбида кремния с увеличенным на 25% электросопротивлением, по сравнению с ранее известными. Методом масс-спектрометрии вторичных ионов установлена связь содержания углерода с технологическими параметрами синтеза силицидов. Отработана лазерная методика создания защитного покрытия из силицидов тугоплавких металлов на нержавеющей стали для топливных элементов. Продолжены работы по исследованию структуры и свойств электроискровых покрытий на сталях, чугунах и сплавах кобальта. Разработана технология создания покрытий из карбида титана на титане.

Госбюджет

Руководитель - к.т.н. Б.А. Гнесин

Квантовая криптография и квантовая теория информации

92. В реальных оптоволоконных системах квантовой криптографии неидеальность лавинных фотодетекторов, неоднофотонность источника квантовых состояний и затухание в канале связи могут приводить, при определенном наборе параметров, к невозможности передачи ключей. В работе простыми средствами показано, что в

случае, когда действия подслушивателя не ограничены никакими техническими ресурсами, и ограничены лишь фундаментальными запретами квантовой механики на различимость квантовых состояний, а легитимные участники протокола ограничены современным технологическим уровнем, то даже в этих неравных условиях, система квантовой криптографии позволяет передавать ключи и гарантировать их секретность. Получены соотношения между параметрами реальных оптоволоконных систем квантовой криптографии и длиной канала связи, до которой гарантируется секретная передача ключей. Получены предельные значения для скорости генерации финального ключа в реальном времени, на которую можно рассчитывать при нынешнем технологическом уровне. Получена также зависимость критической длины линии для строго однофотонного источника и неидеальных фотодетекторов, которая при достигнутых на сегодняшний день значениях квантовой эффективности (20%) и вероятности темновых отсчетов ($p_{\text{dark}} \cdot 10^{-7}$) для лавинных фотодетекторов, может достигать 300 км.

Проанализирована криптографическая стойкость квантового протокола распределения ключей с фазово-временным кодированием для случая не строго однофотонного источника и канала связи с потерями. Показано, что при больших длинах линии связи информация подслушивателя о ключе определяется лишь энтропией фон Неймана источника на передающей стороне, а критическая длина линии связи определяется в основном темновыми отсчетами фотодетекторов. Найдена верхняя граница длины квантового канала связи, на которую можно рассчитывать при передаче ключей в методе с имитирующими квантовыми состояниями (decoy states).

Госбюджет.

Руководитель – проф. Молотков С.Н.

Развитие технологий производства новых полупроводниковых и диэлектрических кристаллов

93. Изучены новые способы формирования наночастиц оксидных сцинтилляторов посредством лазерной абляции и акустоэлектрического разряда в водных растворах. Обнаружен взрывной характер формирования наночастиц правильной сферической формы при лазерном воздействии на оптически прозрачные микрочастицы оксисульфидов. Обнаружено формирование наночастиц вольфрамата кальция при акустодуговом разряде на вольфрамовом электроде в водном растворе солей, форма которых зависит от интенсивности ультразвука.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред».

Руководитель – к.ф.-м.н. Классен Н.В.

94. Получены комбинированные наноструктуры из наносцинтилляторов, введенных в микрокапиллярные матрицы. Показано, что пространственное разрешение основанных на этих матрицах рентгеновских детекторов может быть улучшено до нескольких микрон за счет переизлучения в наночастицах жестких рентгеновских фотонов в мягкие рентгеновские кванты и захвата излученного света прозрачными стенками капилляров. Показано, что за счет интенсивной переизлучательной релаксации поглощенной ионизирующей энергии радиационная прочность наносцинтилляторов многократно повышается.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред».

Руководитель – к.ф.-м.н. Классен Н.В.

95. Разработаны методики выращивания из расплава радиационно-стойких крупногабаритных сапфировых труб и волокон. Разработана автоматизированная система, которая позволяет, наряду с управлением формой, контролировать качество профилированных кристаллов на всех стадиях выращивания. Проведен расчет программной скорости изменения массы при выращивании профилированных кристаллов. Оптимизированы параметры процесса выращивания сапфировых труб и волокон. Проведены эксперименты, которые показывают возможность использования оптически прозрачных сапфировых труб для генераторов нейтронов и волокон для детекторов ионизирующих излучений.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок»
Руководитель – д.т.н. Курлов В.Н.

96. Разработаны методики получения профилированных кристаллов сапфира (стержни, ленты) с протяженными капиллярными каналами диаметром менее 600 мкм. На основе сапфировых игловых капилляров нами разрабатываются средства внутритканевой доставки непрерывного когерентного света для проведения интерстициальной фотодинамической терапии и гипертермии злокачественных новообразований целого ряда локализаций (печень, простата, щитовидная железа и т.д.). На основе сапфировых лент с капиллярными каналами разрабатывается принципиально новый тип хирургического скальпеля с возможностью одновременной резекции и флуоресцентной диагностики состояния резецируемой ткани в окрестности режущего острия.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок»
Руководитель – д.т.н. Курлов В.Н.

97. Разработаны методики получения керамики и покрытий на основе карбида кремния. Управление соотношением SiC/C и дисперсностью углерода и карбида кремния в исходной заготовке позволяют контролируемым образом получать структуру керамики и содержание в ней остаточного кремния и оптимизировать технологический процесс применительно к требованиям, предъявляемым условиями эксплуатации изделия. В зависимости от скорости подачи, давления и температуры паров кремния и газообразного углерода в зоне взаимодействия можно в широких пределах менять размер зерна карбидокремниевого покрытия (от микрокристаллического до наномасштабного), степень пористости, атомарную структуру межзеренных границ, управлять составом политипов и морфологией SiC.

Госбюджет,
Руководитель – д.т.н. Курлов В.Н.

98. Проведено изучение профильных кривых менисков расплава на основе численного решения капиллярного уравнения Лапласа с различными параметрами и краевыми условиями, соответствующими параметрам и условиям выращивания кристаллов способом Степанова. Из возможных условий контакта мениска с формообразователем – зацепление и смачивание – было рассмотрено условие зацепления мениска за край формообразователя. На основе этих исследований были проведены оценки реального угла контакта с рабочими кромками формообразователя и оптимальной высоты мениска.

Госбюджет, Программа Президиума РАН «Поддержка инноваций и разработок»
Руководитель – к.ф.-м.н. Россоленко С.Н.

99. Предложена формулировка граничных условий на границах между квазиравновесным и неравновесным растворами. Найдено решение стационарной одномерной задачи диффузии, которая содержит неравновесный слой раствора конечной толщины между твердым и жидким квазиравновесными растворами.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Гуськов А.П.

100. Методами пересублимации нанокристаллитов и профилированного выращивания монокристаллов в микрокапиллярах впервые получены поликристаллические и волоконные сцинтилляторы из галогенидов лантана, по световыходу, кинетике и другим параметрам сопоставимые со монокристаллическими аналогами.

Госбюджет.

Руководитель – к.ф.-м.н. Классен Н.В.

101. На основе нанокристаллических сцинтилляторов, введенных в фотоннокристаллические световоды, образованные полый сердцевинной с микрокапиллярной оболочкой, сформирована сцинтилляционная детекторная структура, имеющая многократно повышенную радиационную прочность, обусловленную радиационной стабильностью наночастиц и слабой подверженностью радиационным повреждениям пустотелых световодов. Показано, что подобные детекторы способны существенно улучшить надежность и информативность внутриреакторного контроля и диагностики потоков ионизирующих излучений.

Госбюджет, Программа РАН «Поддержка инноваций и разработок»

Руководитель – к.ф.-м.н. Классен Н.В.

102. Рассмотрена математическая модель для определения термоупругих напряжений в тонкой крупногабаритной пластине при выращивании ее из расплава способом Степанова в зависимости от расстояния между выращиваемой пластиной и экраном, а также от его высоты. В описание модели входят уравнение теплопроводности и система интегральных уравнений, связывающая плотности потоков излучений и температур. Результирующая система уравнений решалась численно методом конечных элементов.

Экспериментальная часть работы заключалась в выращивании сапфировых лент шириной до 300 мм и длиной до 500 мм. При выращивании крупногабаритных кристаллов сапфира имеет место серьезная проблема компоновки теплового узла, т.к. увеличение размеров тепловой зоны существенно ухудшает тепловые условия в зоне кристаллизации и является одной из причин возникновения больших термоупругих напряжений. Таким образом, при выращивании крупногабаритных сапфировых лент особое внимание необходимо уделять размерам и расположению экранов. При использовании экранов меньшей высоты, в сапфировой пластине после ростового процесса появлялись трещины, что связано с наличием больших остаточных термоупругих напряжений в кристалле.

На основании предложенной математической модели роста крупногабаритной кристаллической ленты и проведенным на ее основе вычислениям показано, что существует оптимальное расстояние от выращиваемой пластины до экрана, при котором термоупругие напряжения принимают минимальные значения. Также показано, что необходимо подбирать высоту экранировки близкой к задаваемой высоте выращиваемой пластины.

Госбюджет

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

103. Проведено исследование влияния параметров роста сапфира на степень дефектности получаемых кристаллов с целью определения параметров обеспечивающих минимальное количество пузырей и слоя поверхностных пор. Данные были получены с помощью экспертно программного комплекса (ЭПК), обеспечивающего автоматический сбор и обработку параметров процесса и результатов исследования качества кристаллов. Установлено, что увеличение суммарного времени разогрева, плавления загрузки и выдержки перед

затравливанием позволяет увеличить выход годного материала за счет снижения количества пузырей в лентах. Снижение мощности затравливания вызывает тот же эффект. Оба параметра не оказывают значимое влияние на толщину слоя поверхностных пор. Увеличение производной веса, косвенно характеризующей температуру формообразующей поверхности и высоту мениска расплава, позволяет избежать глубоких поверхностных пор.

Госбюджет

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

104. Впервые разработан унифицированный адаптивный регулятор, который применим для управления ростом кристаллов, как в способе Чохральского, так и в способе Степанова, программно переключаемый под соответствующий способ выращивания. Управление процессом Чохральского осуществляется с помощью перестраиваемого ПИД-регулятора, с коэффициентами, вычисляемыми непосредственно в процессе роста на основе прямого исследования системы кристалл-расплав, построения линейной авторегрессивной модели переходного процесса и расчета коэффициентов настройки регулятора численными методами. Автоматическое управление выращиванием кристаллов способом Степанова проводится с помощью совместной работы релейного регулятора и предиктора-корректора, настройки которого также производятся в процессе роста. Для способа Степанова разработан алгоритм автоматического затравливания, успешно реализованный при сквозной автоматизации группового выращивания кристаллов.

Госбюджет

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

Синтез, свойства и применения новых сверхпроводящих материалов

105. Выполнены первые прецизионные измерения компонент поверхностного импеданса в ас-плоскостях сверхпроводящих кристаллов k -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br с $T_c \approx 12$ K в интервале температур $0.5 < T < 100$ K на частоте 28 ГГц. Определена величина лондоновской глубины проникновения поля $\lambda_L(0 \text{ K}) \approx 1$ мкм в ас-плоскости кристаллов. Из измерений температурных зависимостей $\lambda(T)$ при $T < T_c/2$ следует, что сверхпроводящий параметр порядка этого соединения обладает нетривиальной d-симметрией.

Проведены подробные исследования монокристаллов $\text{LuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ и $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ в области перехода изолятор - сверхпроводник. Для каждого состава были определены значения температуры антиферромагнитного упорядочения и температуры сверхпроводящего перехода, и построена детальная фазовая диаграмма в координатах температура-концентрация носителей. Проведены исследования монокристаллов $\text{LuBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ и $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6+x}$ в сильных магнитных полях до 16.5 Тл, позволяющих подавить сверхпроводимость и убедиться в наличии скрытого антиферромагнитного порядка. В случае несверхпроводящего состава $x \approx 0.36$, при понижении температуры ниже температуры Нееля $T_N \approx 24$ K наблюдается резкий рост сопротивления, свидетельствующий об образовании диэлектрической щели, вызванной антиферромагнитным упорядочением. Небольшое увеличение содержания кислорода до $x \approx 0.38$ приводит к резкому переходу от диэлектрического к сверхпроводящему состоянию с $T_c \approx 15$ K, без каких-либо промежуточных состояний. Сделан вывод о конкуренции высокотемпературной сверхпроводимости и дальнего магнитного порядка в

Госбюджет, Научная школа 02.513.12.0044, Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика», Программа ОФН РАН «Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах», Программа

Президиума РАН «Квантовая макрофизика» подпрограмма «Влияние атомно-кристаллической и электронной структуры на свойства конденсированных сред».
Руководитель – д.ф.-м.н.М.Р.Трунин

106. С целью получения высококачественных кристаллов $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_8$ для изучения природы ВТСП были проведены работы по установке, подключению к коммуникациям и настройке установки для выращивания кристаллов безтигельным методом зонной плавки с использованием оптического нагрева. Такая 4-х зеркальная ростовая установка запущена в работу впервые в России. Поставлена методика производства стержней диаметром 6 мм из $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_8$ оксидной керамики, использующихся в качестве исходных для выращивания кристаллов. В результате настройки фокусировки зеркально-лампового блока удалось достичь размера зоны расплава около 4 мм. Проведены эксперименты по выращиванию кристаллов $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_8$ методом плавающей зоны. Выращенный со скоростью 0.5 мм/час стержень $\varnothing = 4$ мм состоит из пластинчатых кристаллов $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_8$ с типичной толщиной 50 мкм.

Госбюджет. Программа ОФН РАН «Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах».
Руководитель - к.х.н. Кулаков А.Б.

107. Исследованы фазовые соотношения в системе BaO-CuO_x в области 25.0-45.0 мол.% CuO при $P(\text{O}_2)=21$ кПа и температуре 900-1080°C методами визуального политермического, рентгеноструктурного, дифференциального термического, термогравиметрического, химического, локального рентгеноспектрального анализом и методом электронной дифракции с элементным анализом в просвечивающем электронном микроскопе. Обнаружено дискретное отклонение состава Ba/Cu ($\text{Ba}:\text{Cu}$) 2.04 (102:50), 2.10 (105:50), 2.02 (101:50) и 2.08 (104:50) от стехиометрического значения (2.00) в известных оксидах бария-меди состава $\text{Ba}_2\text{CuO}_{3+\delta}$ и определены параметры элементарных ячеек соответственно: $a=3.985$ и $c=12.968$ Å (наличие сверхструктурных отражений с вектором $\mathbf{q} \approx \frac{2}{11} \langle 110 \rangle$), $a=4.087$, $b=3.897$ и $c=12.950$ Å

($\mathbf{q} = \frac{1}{6} [200]$), $a=4.049$, $b=3.899$ и $c=13.034$ Å ($\mathbf{q} = \frac{1}{60} [540]$) и $a=4.096$, $b=3.796$ и $c=13.190$ Å, Идентифицированы новые оксиды состава Ba/Cu ($\text{Ba}:\text{Cu}$) 2.00 (2:1), 1.75 (7:4), 1.66 (5:3), 1.15 (23:20) и определены параметры их элементарных ячеек: $a=5.6$ и $c=8.1$ Å, $a=13.1$ и $c=17.2$ Å, $a=5.6$ и $c=8.1$ Å и $a=18.417$ и $c=18.966$ Å соответственно. Построена фазовая диаграмма системы BaO-CuO_x , структура которой рассматривается как суммарная проекция фазовых состояний системы при $T=f(x)$ в CuO_x .

Госбюджет.

Руководитель – д.х.н. Л.А. Климова

Композитные и керамические материалы

108. Получены близкие к оптимальным структуры оксид-металлических и оксид-интерметаллидных композитов. Экспериментальная проверка баланса величин сопротивления ползучести и трещиностойкости композитных материалов проведена упрощенным методом. Показано, что в структурах оксид-металлических композитов решающую роль играет материал волокна, содержащий химические элементы, обеспечивающие достаточно прочную связь на границе волокна и матрицы. Разработана методика получения оксидного композитного волокна, введение которого в хрупкую матрицу на основе алюмината титана обеспечивает квази-пластическое поведение композита с прочностью на изгиб не менее 300 МПа при температурах от комнатной до 900°C.

Госбюджет.

Руководитель – проф. С.Т. Милейко

Развитие экспериментальной и технологической базы

109. Разработаны тонкопленочные технологии изготовления субмикронных планарных джозефсоновских S/N(F)/S контактов сверхпроводник/нормальный металл (ферромагнетик)/сверхпроводник с размерами слабого звена контакта в диапазоне от 200 нм до 1 мкм на основе многослойных структур Nb/(Al, Cu, PdFe, NiFe)/Nb. В технологиях используется совмещение оптической и электронной литографий, а также анодирование боковых поверхностей многослойных структур, препятствующих возникновению паразитных контактов. Проведен анализ качества границ между Nb и материалом слабого звена. Экспериментально обнаружена высокая прозрачность S/N(F) границ, сохраняющаяся после многократного термического перецикливания.

Госбюджет, Программы ОФН РАН “Новые материалы и структуры”, Программа Президиума РАН “Квантовая макрофизика”.

Руководитель - к.ф.-м.н А.Ю. Русанов

Поисковые и фундаментальные и прикладные исследования, выполняемые за счет внебюджетного финансирования

110. Был обнаружен и исследован зернограничный фазовый переход смачивания расплавом в двухфазных областях Sn+L, Zn+L, Zn+L и Cu+L объемных фазовых диаграмм In–Sn, Zn–Sn, Zn–In и Cu–Ag на крупнокристаллических сплавах. Были выращены бикристаллы цинка с границами с разной разориентацией. Были измерены при разных температурах контактные углы этих границ с расплавом, богатым Sn и In и их зависимость от разориентации границ. По данным измерений на би- и поликристаллах были определены максимальная T_{Wmax} и минимальная T_{Wmin} температуры перехода смачивания и построены коноды смачивания для одиночных границ в двухфазных областях S+L объемных фазовых диаграмм In–Sn, Zn–Sn, Zn–In и Cu–Ag. Этот фазовый переход смачивания – первого рода. Изучено влияние закалочной ванны на состояние границ зерен, смоченных расплавом, в системе In–Sn. Проведен поиск возможного зернограничного фазового перехода «смачивания» твердой фазой (обволакивания) в двухфазных областях Cu+Ag, Cu+Co, Co+Cu и Cu+Cu₃In объемных фазовых диаграмм Cu–Ag, Cu–In и Cu–Co на крупнокристаллических сплавах. Обнаружено, что твердые фазы Cu и Cu₃In могут смачивать границы зерен в Co и Cu, соответственно. Более того, при повышении температуры, полное смачивание границ зерен в меди фазой Cu₃In вновь сменяется неполным. Смена зернограничного смачивания «высыханием» при повышении температуры наблюдается впервые.

РФФИ 05-03-90578

Руководитель – проф. Б.Б. Страумал

111. Проблема стабильности и эволюции зернограничной структуры наноматериалов стоит в ряду наиболее важных аспектов материаловедения наноматериалов. Вопрос заключается в том, что влияние на рост зёрен таких структурных элементов поликристалла, как зернограничные тройные стыки и квадрупольные точки, пренебрежимо мало в обычных поликристаллах (т.е. в поликристаллах с размером зерна в области микронов), в то время как в мелкозеренных и наноматериалах они контролируют рост зёрен и определяют стабильность структуры таких материалов. То же самое можно сказать о такой зернограничной характеристике, как зернограничный свободный объём. Поэтому исследования, проводимые в течение трёх лет

сфокусированы на изучении влияния важных факторов, которые контролируют рост зёрен и стабильность в наносистемах. Среди них – изучение подвижности зернограничных тройных стыков и квадрупольных точек, зернограничного свободного объёма, стабилизации зернограничной микроструктуры в наноматериалах частицами второй фазы (рассматривается приближение, с помощью которого определяется самая маленькая доля частиц второй фазы, которая необходима для прекращения роста зёрен в трёхмерном поликристалле). И, наконец, компьютерное моделирование роста зёрен в трёхмерном поликристалле с учётом влияния тройных стыков, которые характеризуются конечной подвижностью.

РФФИ 05-02-04017

Руководитель – с.н.с. В.Г. Сурсаева.

112. С целью изучения влияния внешних электрического и магнитного полей на время спиновой релаксации электронов в GaAs/AlGaAs квантовых ямах было использовано импульсное лазерное фотовозбуждение внутриямных экситонов и методика время-разрешённого эффекта вращения Керра. Установлено, что внешняя дополнительная стационарная подсветка в присутствии внешнего электрического смещения в GaAs/AlGaAs квантовых ямах увеличивает время спиновой релаксации электронов более чем в 2 раза и приводит к изменению анизотропии спиновой релаксации электронов и к изменению анизотропии g -фактора квазидвумерных электронов в плоскости квантовой ямы. Найдено, что при изменении ширины квантовых ям существенно меняется характер анизотропии спиновой релаксации электронов и их g -фактора в плоскости квантовой ямы. Определено отношение вкладов в спин-орбитальное расщепление вследствие структурной и объёмной инверсной асимметрии при различных ширинах квантовых ям как функции внешнего приложенного смещения.

РФФИ 06-02-17286

Руководитель - Ларионов А.В.

113. При исследовании Бозе-конденсата дипольных, пространственно-непрямых экситонов, накапливаемых в латеральных кольцевых ловушках в GaAs/AlGaAs Шоттки-диодных гетероструктурах с широкой одиночной квантовой ямой, обнаружена линейная поляризация люминесценции, соответствующая излучательной аннигиляции экситонов. В тех же экспериментальных условиях люминесценция прямых экситонов, у которых отсутствует дипольный момент в основном состоянии, остается неполяризованной. Показано, что линейная поляризация экситонного конденсата может возникать из-за анизотропного обменного электронно-дырочного ($e-h$) взаимодействия, связанного с анизотропией удерживающего потенциала в плоскости квантовой ямы. Это взаимодействие смешивает и расщепляет основное состояние оптически активных экситонов на тяжелых дырках (с проекцией углового момента $m = \pm 1$). Расщепленные компоненты проекций соответствующего углового момента в спектрах линейно поляризованы взаимно перпендикулярно. В условиях такого анизотропного $e-h$ обмена, конденсированная часть экситонов должна накапливаться в нижайшем из расщепленных состояний, а люминесценция, соответствующая экситонному Бозе-конденсату в таком отщепленном состоянии, становится линейно-поляризованной вдоль кристаллографического направления $\langle 110 \rangle$ в плоскости квантовой ямы. Величина обменного $e-h$ расщепления менее 50 μeV , т.е. гораздо меньше температуры эксперимента. Поэтому спонтанно появляющаяся линейная поляризация линии люминесценции может возникать только в условиях макроскопического заполнения экситонами нижайшего состояния. При увеличении температуры выше критической эффект пропадает. Обнаруженный эффект является одним из проявлений спонтанного нарушения симметрии в условиях Бозе-Эйнштейновской конденсации экситонов.

РФФИ 06-02-17403

Руководитель – академик Тимофеев В.Б.

114. В экситон-поляритонной системе в GaAs плоских микрорезонаторах с InGaAs квантовыми ямами в активном слое исследована динамика развития стимулированного рассеяния поляритонов при резонансном фотовозбуждении вблизи точки перегиба поляритонной дисперсионной кривой. Найдено, что развитие неустойчивости накачиваемой поляритонной моды приводит сначала к появлению большого числа рассеянных мод в большой области k -пространства с $k < 3 k_p$ (k_p - импульс накачки). Выделенный сигнал стимулированного рассеяния в направлении нормали к поверхности ($k_s \sim 0$) возникает в ходе дальнейшей эволюции поляритонной системы с задержкой в 50-300 пс. Переход к стимулированному рассеянию в состоянии с $k \sim 0$ и $2k_p$ сопровождается значительным спектральным сужением излучения в $k_s \sim 0$ и формированием квазистационарного распределения интенсивности поля с резкими максимумами в направлениях $k \sim 0$, k_p , $2k_p$. Проанализированы различные модели, предложенные для описания природы стимулированного поляритон-поляритонного рассеяния - модели трех-модового оптического параметрического осциллятора (ОПО) и модель когерентного многомодового ОПО. Найдено, что модели трехмодового ОПО недостаточны для описания наблюдаемого развития стимулированного сигнала в $k=0$. Качественное объяснение было достигнуто в рамках модели когерентного многомодового ОПО, основанной на системе полуклассических уравнений Гросса-Питаевского для экситонной поляризации в квантовой яме и уравнения Максвелла для электрического поля в активной области микрорезонатора и учитывающей парные взаимодействия между всеми модами поляритонов на нижней поляритонной ветви.

РФФИ 06-02-16794

Руководитель – проф. Кулаковский В.Д.

115. В двухслойных электронных системах в режиме целочисленного квантового эффекта Холла при наблюдении гигантских флуктуаций интенсивности излучения двумерных электронов обнаружен гистерезис в магнитопольных зависимостях амплитуды этих флуктуаций. Показано, что гистерезис проявляется только при определенной толщине барьера, разделяющего электронные слои, когда межслойное расстояние оказывается сравнимым с расстоянием между электронами в 2D-плоскости. Установлено, что амплитуда гистерезиса по магнитному полю зависит от температуры и от разности концентраций электронов в слоях. Обнаруженное явление может свидетельствовать о возникновении в связанных двухслойных электронных системах в условиях квантового эффекта Холла некоторого нового когерентного упорядоченного состояния, которое характеризуется двумя критическими температурами. Исследовано влияния тянущего тока и напряжения, приложенного между токовыми контактами, на гигантские флуктуации интенсивности излучательной рекомбинации двумерных электронов. Обнаружено, что амплитуда флуктуаций монотонно уменьшается от приложенного напряжения и обращается в нуль, когда приложенное напряжение превышает циклотронную щель.

РФФИ - 06-02-16123-а

Руководитель – к.ф.-м.н. Парахонский А.Л.

116. Изучена капиллярная турбулентность на поверхности нормального и сверхтекучего гелия-4. Капиллярные волны возбуждались на заряженной поверхности жидкого гелия с помощью внешнего переменного электрического поля и регистрировались с помощью оптической методики. Были проведены эксперименты с гармонической накачкой на одной частоте и накачкой шумом в полосе частот. Впервые наблюдается, что при гармонической накачке на турбулентном каскаде появляется локальный максимум в области высоких частот. Формирование локального

максимума можно объяснить несовпадением частот гармоник турбулентного каскада с резонансными частотами собственных колебаний поверхности в цилиндрической экспериментальной ячейке. Также получено, что при температурах в диапазоне 1.6 - 4.2К затухание колебаний поверхности жидкого гелия происходит со временем порядка времени вязкого затухания капиллярной волны на частоте гармонической накачки.

РФФИ - 06-02-17253

Руководитель – д.ф.-м.н. Левченко А.А.

117. Исследована зависимость структурных параметров и магнитных свойств наноструктуры в сплавах системы Fe-B-Si, образованной в результате воздействия интенсивной пластической деформации на аморфную структуру от величины деформации. Обнаружена зависимость намагниченности насыщения образцов от величины деформации и, следовательно, от доли нанокристаллической фазы в сплаве. Показано, что увеличение доли нанокристаллов при повышении степени деформации приводит к возрастанию намагниченности насыщения образцов. Обнаружена зависимость магнитных свойств и параметров наноструктуры от температуры, при которой осуществляется ИПД.

РФФИ 06-02-16677

Руководитель – д.ф.-м.н. А.С.Аронин

118. Методом оптического детектирования резонансного микроволнового поглощения измерена зависимость циклотронной массы тяжелых дырок от магнитного поля в асимметричных GaAs(001) квантовых ямах при различных концентрациях квазидвумерных дырок. На основании теоретических расчетов уровней Ландау в дырочных системах со спин-орбитальным взаимодействием обнаружено и исследовано влияние спин-орбитального расщепления на циклотронные массы тяжелых дырок, получен их энергетический спектр. Предсказан энергетический диапазон наблюдения спин-плазмонных колебаний в дырочных системах с различными концентрациями.

РФФИ 06-02-16183

Руководитель – к.ф.-м.н. В.Е. Бисти

119. Рассчитан спектр спин-магнонных возбуждений в квантовохолловском ферромагнетике (при единичном заполнении). Рассматривается существенно нехарактерный случай. Решение является суперпозицией одномодовой и двухмодовой (двахэкситонной) составляющих. Рассчитан спектр спин-магнонных возбуждений в квантовохолловской системе при заполнении 1/3. По сравнению с подходом, основанным на одномодовом (одноэкситонном) приближении, используется двухмодовое приближение, что позволяет существенно улучшить согласование с экспериментом.

РФФИ 06-02-16329

Руководитель – к.ф.-м.н. С.М. Дикман

120. Проведен сравнительный анализ магнитотранспортных свойств новых квазидвумерных органических проводников $k'-(BEDT-TTF)_2Cu[N(CN)_2]X$ ($X=Cl, Br$). Исследованы температурные зависимости удельного сопротивления в нормальном состоянии на этих образцах, а также на образцах $k-(BEDT-TTF)_2Cu[N(CN)_2]Br$, $k-(BEDT-TTF)_2Cu(NCS)_2$ и на дейтерированных образцах k -бромидов. Проведено сравнение полученных результатов с результатами современных теоретических расчетов. Установлено, что наблюдающиеся на температурных зависимостях поперечного сопротивления k -солей особенности могут быть описаны в рамках модели поперечного транспорта в слоистом кристалле с участием оптических фононов. На угловых зависимостях верхнего критического поля квазидвумерных

органических сверхпроводников κ' - (BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]X, где X=Br, Cl, обнаружен резкий максимум вблизи ориентации магнитного поля вдоль слоев кристалла.

Проведены магнитотранспортные исследования монокристаллов новых органических проводников семейства β -(BEDT-TTF)₄H₃O[Fe(C₂O₄)₃]X, в состав которых входят молекулы X разных растворителей. На образцах новых органических проводников семейства слоистых молекулярных кристаллов с магнитными металлоксалатными анионами β'' -(BEDT-TTF)₄H₃O[Fe(C₂O₄)₃]-C₆H₄Cl₂ обнаружены две серии осцилляций, периодичных в шкале обратного магнитного поля, связанных с различными участками ферми-поверхности этих кристаллов. Установлено влияние размера молекулы растворителя, входящего в состав кристалла, на его электронную структуру.

РФФИ 06-02-16471.

Руководитель – д.ф.-м.н. В.Н.Зверев.

121.С целью установления закономерности формирования структуры при интенсивной пластической деформации были исследованы структура и свойства сплавов Fe-C в разных областях фазовой диаграммы. В работе было экспериментально показано, что интенсивная пластическая деформация приводит одновременно к формированию мелкой зеренной структуры и к формированию равновесной фазовой структуры – метастабильные фазы исчезают из материала при интенсивной пластической деформации. Этим интенсивная пластическая деформация принципиально отличается от других методов получения наноструктурных материалов (измельчение в шаровых мельницах, ионная имплантация или напыление тонких пленок), которые одновременно с измельчением зеренной структуры, приводят к образованию метастабильных фаз. Интенсивная пластическая деформация проводилась при комнатной температуре и давлении 5 ГПа. В этих условия в равновесии существуют феррит и цементит. Именно эти фазы остаются в материале после деформации, а метастабильные карбид Хэгга Fe₅C₂ и остаточный аустенит, исчезают. Показано, что цементит хотя и измельчается после деформации, но вовсе не исчезает как объемная составляющая, и пересыщенный твердый раствор углерода в железе не образуется.

РФФИ 06-03-32875,

Руководитель – к.ф.-м.н. Мазилкин А.А

122. Выдержкой микропорошка графита, полученного интенсивным помолотом в шаровой мельнице, при давлениях водорода/дейтерия от 20 до 90 кбар и температурах 450–500°C в течение 24 час синтезированы соединения графит-водород и графит-дейтерий с атомным отношением Н(D)/С от 0.7 до 1. При изучении ИК оптических спектров соединений обнаружено появление полос поглощения вблизи 2850 см⁻¹ в гидрографите и 2060–2120 см⁻¹ в дейтерографите, обусловленных валентными колебаниями С–Н(D) связи.

Проект РФФИ № 06-02-17426, проект INTAS № 05-1000005-7665.

Руководитель – к.ф.-м.н. И.О. Башкин

123. Сложная многоуровневая система энергетических состояний, связанных с дислокациями в полупроводниках определяется, главным образом, тремя основными составляющими: наличием глубоких состояний структурных дефектов в ядре дислокаций, мелкими состояниями в упругом поле дислокаций и состояниями примесей, захваченных в поле дислокаций. Это приводит к многоступенчатой рекомбинации избыточных носителей около дислокаций и зависимости конкретных переходов от морфологии дислокаций и термической обработки образцов. Для определения конкретных переходов, ответственных за длинноволновые линии дислокационной люминесценции (ДЛ) была измерена кинетика спада в разных

областях спектра ДЛ. Был исследован набор образцов с разным типом морфологии дислокаций и разным состоянием примесных атмосфер в окрестности дислокационных линий. Это достигалось изменением параметров пластической деформации и последующей термической обработки. Для оценки влияния кислорода использовались образцы, выращенные по методу Чохральского (концентрация межузельного кислорода $[O_i] \sim 10^{18} \text{ см}^{-3}$), и методом бестигельной зонной плавки ($[O_i] \sim 10^{16} \text{ см}^{-3}$). Было показано, что в разных линиях ДЛ время спада ФЛ может быть описано суммой двух экспонент, причем постоянные спада для быстрых экспонент располагаются в следующей последовательности: $\tau(\text{экс}) < \tau(\text{Д4}) < \tau(\text{Д1}) < \tau(\text{Д2})$, где $\tau(\text{экс})$, $\tau(\text{Д4})$, $\tau(\text{Д1})$, $\tau(\text{Д2})$ означают, соответственно, линии фоновно повторения экситона и линии ДЛ Д4, Д2 и Д1. Полученная последовательность времен хорошо согласуется с предложенной нами феноменологической модели рекомбинации на дислокациях, а независимость постоянных времени от примесного окружения дислокаций означает их связь с фундаментальными свойствами дислокаций. На основании этих результатов предложена модель рекомбинации для длинноволновых линий ДЛ Д1 и Д2, заключающаяся в рекомбинации между глубоким состоянием в ядре частичной 90° дислокации и различными мелкими состояниями в упругих полях 90° и 30° частичных дислокаций.

РФФИ № 06-02-16195

Руководитель – Э.А.Штейнман

124. Проект РФФИ-ЯФ 06-03-91361 в 2008 году не финансировался.

125. Исследованы электронные системы с сильным взаимодействием: (i) Вычислено поведение проводимости при изменении электронной плотности в высокоподвижных кремниевых (111) структурах; (ii) изучены эффекты увлечения в близких электрически изолированных квантовых наноструктурах.

РФФИ 06-02-16222

Руководитель – проф. Долгополов В.Т.

126. Впервые исследованы особенности кристаллизации эвтектических расплавов в условиях метода внутренней кристаллизации, используемого для получения волокон, и найдены условия получения однородных по структуре оксидных эвтектических волокон, в том числе - $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}_5\text{Y}_3\text{O}_{12}$ и $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}_5\text{Y}_3\text{O}_{12}\text{-ZrO}_2$. Основным условием, специфическим для этого метода, является сведение к возможному минимуму радиального температурного градиента в окрестности фронта кристаллизации, возникающего вследствие отвода тепла по молибдену в оксид-молибденовом блоке.

Получено семейства волокна типа $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AlReO}_3$ и $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}_5\text{Me}_3\text{O}_{12}$, где $\text{Re} = \text{Sc}, \text{Gd}, \text{Sm}, \text{Eu}$; $\text{Me} = \text{Tb} \dots \text{Lu}$. Исследовано влияния структуры на характеристики прочности и высокотемпературной ползучести волокон. Показано, что сопротивление ползучести волокна не зависит от его структуры, прочность волокна определяется его структурой. Показано, что гранат-содержащие эвтектические волокна характеризуются более высоким сопротивлением ползучести, чем перовскит-содержащие волокна.

Показано, что в ближайшей перспективе предпочтительной оксидной эвтектикой по совокупности признаков является эвтектика $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}_5\text{Y}_3\text{O}_{12}$, структура и механические свойства которой в форме волокон систематически исследована. Но поскольку эта эвтектика имеет ограничения по предельной температуре использования (около 1400°C), возникает задача поиска более высокотемпературных оксидных эвтектик в качестве материала армирующего волокна.

Исследовано влияние скорости кристаллизации на структуру и прочность волокна. Показано, что при современном состоянии основанной на методе внутренней кристаллизации технологии получения волокна зависимость прочности эвтектического от скорости кристаллизации (и следовательно, - от характерного

размера структуры) имеет максимум. Совершенствование технологии позволит сдвинуть максимум в сторону больших скоростей кристаллизации и существенно увеличить прочность волокна.

Исследована структура композитов «эвтектическое волокно – матрица на основе никеля и эвтектическое волокно – оксидная поликристаллическая матрица». Измерена прочность границы раздела волокно-матрица в композитах с никелевой матрицей (величина, определяющая сопротивление ползучести композита) в зависимости от условий получения композита.

Проведены испытания на высокотемпературную ползучесть указанных в предыдущем пункте композитов. Показано, в частности, что ползучесть этих композитов достаточно хорошо описывается разработанной ранее микроструктурной моделью. Это закладывает основу для оптимизации структуры с целью получения необходимого баланса механических характеристик высокотемпературных композитов.

РФФИ 06-03-91376-ЯФ

Руководитель – проф. С.Т. Милейко

127. По литературным данным определены величины пиков диагонального сопротивления в переходах между состояниями дробного квантового эффекта Холла. Обнаружено, что для двумерных систем с умеренной подвижностью большинство величин пиков близко к величинам, предсказанным скейлинговой теорией.

РФФИ 06-02-16565

Руководитель – д.ф.-м.н. С.С.Мурзин

128. Методами секционной топографии высокого разрешения исследован случай дифракционного изображения винтовых дислокаций расположенных параллельно поверхности образца. Сильно искаженная область дислокации, т.е. область вблизи ее ядра, отображаются дифрагированной волной как область возмущения рентгеновского волнового поля распространяющегося в кристалле. Каждая такая точка является источником распространения нового волнового поля. Показано, что изображение формируется за счет суперпозиции новых волновых полей рассеянных каждой точкой дислокации. Если изменения упругого поля дефекта изменяются значительно на расстояниях экстинкционной длины, блоховские волны уже не успевают отслеживать изменения кристаллической решетки, происходит дифракция волн на сильных искажениях кристалла и возникает межветвевое рассеяние. При этом каждая волна может рождать целое семейство новых блоховских волн, и это серьезно затрудняет анализ механизмов рассеяния.

Методами секционной топографии высокого разрешения изучен новый тип интерференционных полос которые являются динамическими интерференционными полосами и связаны с однородным изгибом кристалла. При изменении знака градиента деформации период полос не изменяется, но наблюдается изменение контраста полос. При уменьшении градиента деформации кристалла первый максимум смещается в сторону основного брэгговского максимума и уменьшается период полос. Результаты моделирования дифракционных изображений хорошо согласуются с экспериментальными топограммами. Из сопоставления моделирования и экспериментальных топограмм можно определить радиус изгиба кристалла.

РФФИ 06-02-16536

Руководитель – проф. Суворов Э.В.

129. В микроволновом диапазоне частот исследованы температурные зависимости комплексной проводимости $\sigma(T) = \sigma'(T) - i\sigma''(T)$ сверхпроводящих кристаллов $YBa_2Cu_3O_{7-x}$, $Ba_{1-x}K_xBiO_3$ и $V_{1-x}Si_x$ при вариациях уровня допирования x в них. Обнаруженные особенности $\sigma'(T)$ и $\sigma''(T)$ обусловлены: (i) проявлением DDW-псевдощели в ab -плоскостях $YBa_2Cu_3O_{7-x}$, (ii) переходом от сверхпроводимости БКШ-

типа к высокотемпературной в $Ba_{1-x}K_xBiO_3$, (iii) наличием двух сверхпроводящих щелей в $V_{1-x}Si_x$

РФФИ 06-02-17098,

Руководитель – д.ф.-м.н. М.Р.Трунин

130. Методами рентгеновской дифракции и мессбауэровской спектроскопии исследовано влияние примеси железа на структурные превращения и подавление полиморфизма в соединении $LaMn_{1-x}Fe_xO_{3+\delta}$ ($x = 0.015 \div 0.5$). Показано, что

1. Примесь железа оказывает активное воздействие на полиморфные превращения манганита. При малом содержании примеси Fe (до 10 ат.%) формируются ромбоэдрическая R-3c, две орторомбические - Pnma I и Pnma II - модификаций и, как следствие, реализуются соответствующие полиморфные превращения при термообработке. При введении железа в пределах фазы PnmaII происходит локальное формирование фазы PnmaI, количество которой растёт с ростом концентрации Fe, и соответственно количество фазы PnmaII начинает заметно уменьшаться. В области 10 ат.% Fe орторомбическая фаза PnmaII не формируется.

2. Дальнейшее увеличение концентрации Fe приводит к подавлению ромбоэдрической модификации; при достижении 50 ат.% Fe фаза R-3c не образуется. Единственная оставшаяся модификация PnmaI стабильна при всех режимах термической обработки.

3. На основании анализа полученных данных показано, что механизмы подавления полиморфизма в фазах PnmaII и R-3c за счёт легирования железом различные. Для PnmaII – увеличение содержания Fe сопровождается локальным нарушением эффекта Яна-Теллера, т.е. введение не ян-теллеровского иона Fe^{3+} в окружение Mn^{3+} приводит к локальному разрушению упорядочения орбиталей. Для фазы R-3c определяющим является уменьшение концентрации ионов Mn^{4+} при возрастании содержания Fe.

РФФИ 06-02-16535

Руководитель - проф. В.Ш. Шехтман

131. Показано, что значительная часть поверхностных электронов над гелием при наличии сильного магнитного поля, нормального поверхности гелия, локализуется с образованием одноэлектронных лунок. При этом проводимость имеет двухкомпонентную структуру - одна из фракций электронов отвечает свободным электронам, а другая (имеющая практически нулевую подвижность) локализованным электронам. Обсуждены детали омической проводимости бинарного раствора 1-1 электролита на конечных частотах. Обращение к этой известной теме связано с отсутствием в литературе каких-либо упоминаний о зависимости от частоты эффективной массы ионов, принимающих участие в динамике проводящей жидкости. Сравнение линейной динамики Друде и аналогичной задачи в приближении Стокса подтверждает неоправданность такого упрощения и необходимость последовательного учета в разных динамических задачах частотной дисперсии эффективной массы ионов электролита. Обсуждаются экспериментальные факты, подтверждающие применимость динамики Стокса к заряженным частицам в жидкости.

Рассмотрена проблема корректного определения эффективной массы заряженных частиц в сверхтекучем гелии. Показано, что эффективная масса таких квазичастиц может быть введена без использования концепции Аткинса о катионе с затвердевшим ядром (модель сноубола). Выяснены физические причины расходимости вклада нормальной компоненты в эффективную массу в пределе низких частот и предложена процедура соответствующей регуляризации.

РФФИ 06-02-17121

Руководитель – проф. В.Б. Шикин

132. Проведены рентгеноструктурные исследования кинетики твердофазного синтеза сложных оксидов редкоземельных металлов (РЗМ) из аморфного прекурсорного состояния в режиме непрерывного нагрева. На примере синтеза боратов РЗМ (ReVO_3) показано, что непрерывный нагрев таких прекурсоров стимулирует фазообразование новых фаз, неизвестных в равновесном состоянии для данного редкоземельного элемента, но известных для других редкоземельных боратов. Установлено, что режим непрерывного нагрева при твердофазном синтезе гранатов ($\text{Re}_3\text{M}_5\text{O}_{12}$), имеющих только одно кристаллическое фазовое состояние для всех редкоземельных атомов, приводит к ускоренному росту кристаллитов, причем тем более эффективно, чем выше скорость нагрева. Проведены рентгеновские исследования структурных состояний систем $\text{YVO}_3 + 5\% \text{ Sc}$, $\text{ScVO}_3 + 5\% \text{ Y}$ и $\text{GdVO}_3 + 5\% \text{ Sc}$. Полученные результаты дают основание утверждению о существовании эффекта влияния структуры на фазовые превращения при твердофазном синтезе сложных оксидов из аморфного прекурсорного состояния, полученного методом термолитиза растворителя.

РФФИ 06-02-17298

Руководитель – д.ф.- м.н. И.М.Шмытько.

133. Исследован транспорт электронов через полосу несжимаемой жидкости в условиях дробного квантового эффекта Холла. Создан и изучен интерферометр типа Фабри - Перо на электронных краевых каналах, в которых электроны движутся в одну сторону.

РФФИ 07- 02-00098

Руководитель - д.ф.-м.н. Шашкин А.А.

134. В сплавах на основе алюминия, содержащих разное количество никеля и иттрия ($\text{Al}_{88}\text{Ni}_6\text{Y}_6$ и $\text{Al}_{88}\text{Ni}_{10}\text{Y}_2$), исследовано образование наноструктуры. Показано, что с увеличением концентрации иттрия размер нанокристаллов возрастает. Средний размер нанокристаллов составляет ~ 13 нм в сплаве с 2 ат.% Y и ~ 17 нм в сплаве с 6 ат.%. Установлено, что наряду с увеличением размера нанокристаллов при повышении концентрации редкоземельного компонента доля нанокристаллической фазы уменьшается, т.е. в сплаве $\text{Al}_{88}\text{Ni}_6\text{Y}_6$ количество нанокристаллической фазы (алюминия) меньше, чем в сплаве $\text{Al}_{88}\text{Ni}_{10}\text{Y}_2$. Формирование нанокристаллов в аморфной фазе сплавов на основе алюминия сопровождается фазовым расслоением оставшейся аморфной матрицы: сравнительно небольшое изменение концентрации редкоземельного металла приводит к значительному изменению поведения аморфной фазы до начала второй стадии кристаллизации. До некоторого «критического» значения концентрации редкоземельного металла первичная кристаллизация приводит просто к изменению состава исходной аморфной матрицы, что соответствует диаграмме состояния. Рассчитано изменение состава аморфной фазы в процессе нанокристаллизации. В сплаве с меньшим содержанием иттрия состав аморфной фазы меняется от $\text{Al}_{88}\text{Ni}_{10}\text{Y}_2$ до $\text{Al}_{84}\text{Ni}_{13.3}\text{Y}_{2.7}$. Такое изменение состава не приводит ярко выраженному химическому расслоению фазы, а к появлению нескольких аморфных фаз с близкими значениями радиуса первой координационной сферы, причем средний радиус первой координационной сферы уменьшается. При увеличении концентрации редкоземельного компонента выше «критической» происходит явно выраженное расслоение аморфной фазы. В сплаве $\text{Al}_{88}\text{Ni}_6\text{Y}_6$ при выделении нанокристаллов алюминия по первичной реакции следовало бы ожидать изменения состава аморфной фазы от $\text{Al}_{88}\text{Ni}_6\text{Y}_6$ к $\text{Al}_{84}\text{Ni}_8\text{Y}_8$. Однако аморфная фаза такого состава оказывается нестабильной, что и приводит к ее расслоению. Наблюдаемые процессы могут быть обусловлены сосуществованием кластеров разного типа, что определяется сложной диаграммой состояния: равновесная фазовая диаграмма Ni-Y очень богата интерметаллическими соединениями, начиная от Ni_{17}Y_2 и кончая NiY_3 , а два исследованных сплава сильно отличаются по соотношению атомных концентраций Ni/Y (от 1:1 до 5:1).

РФФИ 07-02-00424

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

135. Методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии и рентгеновской дифракции исследована структурная стабильность, определены температурные характерные точки и изучены особенности процесса кристаллизации микропроводов на основе Fe, Co и Ni. Установлено, что температуры кристаллизации микропроводов заметно не отличаются от соответствующих температур аморфных лент. Разработаны специальные методики приготовления образцов для исследования микропроводов методами рентгеноструктурного анализа, просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Исследованы фазовые превращения в микропроводе состава $Fe_{73,9}V_{13,2}Si_{10,9}C_2$. Показано, что нанокристаллизация микропровода происходит при температурах выше $400^{\circ}C$. При кристаллизации выделяются кристаллы α -Fe и Fe(Si). При температурах отжига выше $580^{\circ}C$ микропровод имеет полностью кристаллическую структуру. Проанализировано влияние стеклянной оболочки на термическую стабильность аморфных микропроводов. Зависимости температуры кристаллизации от наличия стеклянной оболочки не обнаружено. Начаты эксперименты по исследованию магнитной структуры образцов микропровода.

РФФИ 07-02-91590

Руководитель – д.ф.-м.н. А.С.Аронин

136. Рассмотрена деформация Бейна ГЦК – ОЦК в сплавах In-Sn при изменении электронной концентрации, которая происходит не непрерывным образом, а со скачкообразным изменением осевого отношения от $c/a > 1$ к $c/a < 1$ вблизи критических значений электронной концентрации $z = 3.15$ и $z = 3.75$. Такое немонотонное изменение c/a в сплавах In-Sn других родственных сплавов имеет электронную природу и находит объяснение в модели взаимодействия сферы Ферми – зоны Бриллюэна

РФФИ 02-07-00901,

руководитель - д.ф.- м.н. В.Ф. Дегтярева.

137. Обнаружены гигантские флуктуации интенсивности релеевского рассеяния света на двумерном электронном газе в режиме квантового эффекта Холла вблизи фактора заполнения 2 при возбуждении в окрестности резонанса с ближайшим пустым уровнем Ландау. Полученные результаты свидетельствуют о больших флуктуациях основного состояния электронной системы в указанных условиях и согласуются с гипотезой о фазовом переходе в системе двумерных электронов. Величина флуктуаций зависит как от длины волны возбуждения так и от мощности лазерной подсветки, причём с повышением мощности спектральный диапазон, в котором наблюдаются шумы, сужается. В тех же условиях наблюдается магнито-полевой гистерезис положения линии люминесценции. Для количественного изучения времён когерентности рассеянного излучения использовался перестраиваемый стабилизированный полупроводниковый лазер с шириной линии генерации менее 1 МГц и применена гомодинная схема детектирования рассеянного света на лавинных диодах с высоким квантовым выходом в области спектра 800 - 830 нм.

РФФИ 07-02-00054-а

Руководитель – к.ф.-м.н. Лебедев М.В.

138. При давлении 7.7 ГПа и температуре $350^{\circ}C$ с последующей закалкой до 100 К синтезирован массивный (4 г) однофазный образец фазы высокого давления $(GaSb)_7Ge_{24}$ со структурой типа β -Sn. Методом “нейтронного кино” на дифрактометре D20 в ИЛЛ (Гренобль) изучен процесс твердофазной аморфизации

этого образца при нагреве до 410 К при атмосферном давлении. Установлено, что изменения кристаллической структуры исчезающей фазы высокого давления и структуры ближнего порядка растущей аморфной фазы коррелируют между собой. По сравнению с эквиатомным составом сплава GaSb, аморфизация проходит в расширенном температурном интервале в согласии с данными калориметрии и дилатометрии.

Проект РФФИ №07-02-00024.

Руководитель – к.ф.-м.н. В.К. Федотов

139. Развита способ карботермического восстановления сферических частиц аморфного диоксида кремния и получены нанокристаллы гексагональных политипов α - SiC. В зависимости от диаметра исходных частиц диоксида кремния получены нанокристаллы карбида кремния размером в интервале 5 – 50 нм. Детальный анализ спектров КР по положению линий, их уширению и сдвигу позволяет определенно установить наличие в исследуемых образцах, в основном, политипов карбида кремния 6H и 4H и, в незначительных долях, фазы 2H и 3C. Политипы 15R и 21R в исследуемых образцах отсутствуют. Отмечен заметный размерный эффект: интенсивность свечения нанокристаллов карбида кремния меньших размеров более чем в 3 раза выше, чем у SiC с большим размером НК. Инфильтрация нанокристаллов серебра в упорядоченную структуру диэлектрика (опал) приводит к длинноволновому сдвигу и сужению стоп-зоны, а также к значительному снижению коэффициента отражения в полосе стоп-зоны. Исследовано влияние стоп-зоны фотонного кристалла - искусственного SiO₂ опала с внедренными квантовыми точками CdSe/ZnS(QDs) на его люминесценцию в видимой области спектра. Показано, что положение фотонной стоп-зоны в спектрах люминесценции и отражения инфильтрованного опала зависит от диаметра его наносфер и угла регистрации сигнала. Обнаружено уменьшение интенсивности свечения и увеличение времени затухания люминесценции наноконструкций опал-CdSe/ZnS(QDs) в направлениях пространства, для которых спектральное положение стоп-зоны и максимума люминесценции QDs совпадало.

РФФИ – 07-02-00411

Руководитель – д.т.н. Г.А.Емельченко

140. Проведены исследования циклотронных возбуждений при нечетных факторах заполнения двумерной электронной системы $\nu = 1, 3, \dots$ методом неупругого рассеяния света. Обнаружен новый тип спиновых возбуждений, связанный с формированием подсистемы барьерных спин-синглетных D- комплексов – трехчастичных связанных состояний двух двумерных электронов и объемной положительно заряженной примеси. Показано, что D- комплексы понижают энергию основного состояния двумерных систем в GaAs/AlGaAs квантовых ямах во всем диапазоне исследуемых магнитных полей. Обнаружено, что спиновая степень свободы приводит к формированию квантовой магнетоплазменной моды при нечетных факторах заполнения электронов, которая активна только в неупругом рассеянии света. Измерена энергия и длинноволновая дисперсия новой моды.

РФФИ - 07-02-00223

Руководитель – к.ф.-м.н. Кирпичев В.Е.

141. С использованием оптической pump-probe методики в широком интервале времен во внешних магнитных полях и при низких температурах была исследована кинетика релаксации намагниченности в короткопериодных сверхрешетках с чередующимися слоями полумагнитных и немагнитных полупроводниковых материалов на основе CdMnTe/CdTe. Экспериментально определенные времена спин-решеточной релаксации в квантовых ямах на основе сверхрешеток с толщинами чередующихся слоев 1x3, 2x6 и 3x9 монослоя и средней концентрацией магнитных ионов $\sim 1.5\%$ оказались равными 2.5, 6 и 9.5 мкс, соответственно, что существенно короче, чем в

квантовой яме с равномерным распределением $Mn \sim 27$ мкс. Для анализа полученных данных проведено численное моделирование спин-решеточной релаксации в полумагнитных полупроводниковых короткопериодных сверхрешетках. Установлена важная роль кластеризации магнитных ионов для механизмов, ответственных за скорость релаксации намагниченности в полумагнитных полупроводниковых гетероструктурах.

РФФИ 07-02-00980

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

142. С целью определения роли неоднородности двумерной электронной системы в ее фототклик на излучение субмиллиметрового диапазона длин волн выполнены теоретический анализ и численные расчеты распределения токов при наличии градиента плотности двумерных электронов вдоль направления тока в условиях, когда холловская компонента тензора магнетопроводимости значительно больше диагональной. Установлено существование эффекта шнурования тока около одной из сторон образца, определяемой векторным произведением магнитного поля и градиента плотности, и определены измеряемые в таких условиях величины продольного и холловского напряжений. Показано, что полученные результаты объясняют ряд экспериментальных наблюдений, сделанных в режиме индуцированных СВЧ-излучением состояний с близкими к нулю значениями диссипативных компонент тензоров магнетопроводимости и магнетосопротивления.

РФФИ 07-02-01024.

Руководитель - д.ф.-м.н. С.И. Дорожкин.

143. С целью изучения влияния типа ферромагнитного инжектора на эффективность спиновой инжекции в светоизлучающих структурах с барьером Шоттки были выращены методом металлоорганической гидридной эпитаксии при атмосферном давлении. Обнаружено существенное увеличение интенсивности электролюминесценции таких диодов с квантовой ямой GaAs/InGaAs/GaAs при δ -легировании марганцем покровного слоя GaAs. Эффект объясняется в рамках влияния δ -легированного слоя марганца на туннелирование электронов из InGaAs квантовой ямы к контакту Шоттки и дырок в обратном направлении.

РФФИ 07-02-01153

Руководитель – к.ф.м.н. Зайцев С.В.

144. Разработана методика приготовления нового класса веществ – высокопористых конденсатов дейтерия, тяжелой воды в сверхтекучем гелии. Гель образуется при конденсации потока газообразного потока He-4 с примесью дейтерия или паров воды на поверхности сверхтекучего гелия, охлажденного ниже 1.6К. Приготовленные таким образом гели, остаются стабильными при низких температурах в сверхтекучей фазе. В нормальном гелии происходит медленный распад конденсата. Исследования, выполненные в ILL (Гренобль) с помощью рассеяния медленных нейтронов), показали, что гели обладают сильно пористой структурой. Размер пор лежит в интервалах от 10 до 1000 нм. Максимум распределения расположен на 100 нм. Подана заявка на изобретение «Способ получения наночастиц из газов и паров жидкостей при сверхнизких температурах».

РФФИ 07-02-12136

Руководитель – проф. Межов-Деглин Л.П.

145. Проведены исследования акустической турбулентности в системе нелинейных волн второго звука в объеме сверхтекучего гелия. Выполнено компьютерное моделирование формирования турбулентного каскада при возбуждении гармонической силой.

РФФИ 07-02-00728

Руководитель – к.ф.м.н. Колмаков Г.В.

146. В монокристаллах высокотемпературного сверхпроводника $YBa_2Cu_3O_8$ методом декорирования ферромагнитными наночастицами была исследована решетка абрикосовских вихрей, возникающая в базисной плоскости в интервале магнитных полей 40- 600 Э. Обнаружена анизотропия вихревой решетки, которая соответствует независящему от величины поля «сжатию» в $\sim 1,3$ раза гексагональной вихревой ячейки в плохо проводящем направлении a . Измеренная анизотропия удельного электросопротивления ρ_a/ρ_b при температурах от T_c до комнатной составила 9-16. Расхождение в величинах анизотропии, извлеченных из резистивных измерений и визуализации вихревой решетки (анизотропии глубины проникновения) может быть связано с различием в определении эффективных масс в нормальном и сверхпроводящем состоянии.

Проект РФФИ 07-02-00174.

Руководитель - проф. Л.Я.Винников

147. Исследовано упорядочение спонтанного магнитного потока в сверхпроводящих многосвязных структурах с π -контактами. Детальные исследования регулярных двумерных джозефсоновских сеток различной геометрии и с различным числом π -контактов в ячейках показали, что спонтанный поток возникает только в ячейках с нечетным числом π -контактов, причем наиболее вероятными являются состояния с антипараллельным взаимным расположением потока в соседних ячейках. Вероятность возникновения магнитных структур с параллельными потоками в соседних ячейках тоже велика, что соответствует проведенным расчетам. Продолжены эксперименты по исследованию бислойных SF-структур, проявляющих возвратный переход в сверхпроводящее состояние при увеличении толщины F-слоя. Были приготовлены и изучены структуры с ультратонкими слоями сверхпроводящего ниобия (6 нм) и слабоферромагнитными слоями сплава $Cu_{1-x}Ni_x$ ($x \approx 0.59$) переменной толщины. Исследовано осциллирующее двукратное подавление сверхпроводимости ферромагнетиком при увеличении его толщины, которое является проявлением осциллирующей знакопеременной сверхпроводимости, наведенной в ферромагнетике.

Проект РФФИ 07-02-00966.

Руководитель - проф. В.В.Рязанов.

148. Исследованы сверхпроводящие, магнитные и транспортные свойства многослойных структур на основе сверхпроводящего ниобия, сильноферромагнитного пермаллоя (NiFe) и слабоферромагнитного PdFe. Показано, что температура Кюри слоев $Pd_{0.99}Fe_{0.01}$ зависит от их толщины и может быть менее 10 К для слоев с толщиной менее 10 нм. При увеличении толщины от 0 до 100 нм наблюдается практически линейный рост температуры Кюри от 0 до 60К с последующим насыщением в районе 70 К. Обнаружено, что использование слоев $Pd_{0.99}Fe_{0.01}$ в качестве буферного слоя между ниобием и пермаллоем сильно уменьшает подавление сверхпроводимости в ниобии сильноферромагнитным пермаллоем, когда толщина PdFe превышает длину спиновой диффузии в нем.

Проект РФФИ 07-02-01026.

Руководитель - к.ф.-м.н А.Ю. Русанов.

149. Проведены времяразрешенные и рамановские исследования монокристаллах сурьмы и висмута. При этом:

- продолжены исследования по изучению влияния фазовой модуляции импульса накачки, а также длительности и энергии возбуждающего импульса на генерацию полносимметричных и дважды вырожденных фононов сурьмы и висмута;

- исследовано влияние температуры и поляризации лазерного импульса на генерацию фононов от различных кристаллографических граней кристалла;
- построена модель генерации когерентных фононов сверхкороткими лазерными импульсами в непрозрачных кристаллах, базируясь на радиотехнической аналогии с двумя связанными RLC-контурами, первый из которых отвечает электронной подсистеме кристалла, а второй решеточной подсистеме;
- продолжены исследования времяразрешенного сигнала полуметаллов, дополняя временное разрешение анализом спектра зондирующего импульса.

РФФИ-07-02-00148

Руководитель – д.ф.-м.н. Мисочко О.В.

150. Исследована безызлучательная рекомбинация экситонов в полумагнитных CdSe/ZnSe/ZnMnSe и CdSe/ZnMnSe квантовых точках при нерезонансном фотовозбуждении в магнитном поле. Измерены времена затухания люминесценции экситонов в ансамблях квантовых точек в образцах с различным содержанием марганца и разной шириной ZnSe буферного слоя между магнитным барьером и слоем точек. Установлено, что время жизни экситонов в квантовых точках уменьшается сверхлинейно с увеличением концентрации марганца и ширины буферного слоя. Предложена модель безызлучательной рекомбинации в полумагнитных структурах.

РФФИ 07-02-01299

Руководитель - к.ф.-м.н. Черненко А.В.

151. Известно, что в кристаллах без центра инверсии существует зонная спин-орбитальная связь. В силу этой связи состояние движения электрона по кристаллу может влиять на спиновую динамику и наоборот. В частности, если полупроводник или металл помещен во внешнее магнитное поле, то помимо влияния поля на орбитальную динамику электронов (циклотронное движение) и динамику спинов (Зеемановская прецессия спиновой плотности) по отдельности, становятся возможными взаимные корреляции между диамагнетизмом и парамагнетизмом. Как пример таких корреляций, изучено влияние циклотронного движения на основные характеристики спинового резонанса в полярных кристаллах – резонансную частоту, затухание и интенсивность при произвольном наклоне магнитного поля относительно полярной оси. Вычислен эффект циклотронного движения и частоты упругих столкновений электронов с примесями на все упомянутые характеристики.

РФФИ 07-02-00300

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

152. Методом равноканального углового прессования были получены образцы промышленных алюминиевых сплавов 1421 и 1460 с размером зерна ~300 нм. Проведенные исследования показали, что это структурное состояние является устойчивым при нагревах до 350°C. При деформации растяжением оба сплава в таком структурном состоянии проявляют эффект высокоскоростной сверхпластичности. Максимальное значение параметра m и пластичности δ наблюдается при скорости деформирования 0,02 1/сек при 350°.

Проект РФФИ 07-02-00308

Руководитель – проф. М.М. Мышляев

153. Получены монокристаллические волокна сапфира, иттрий-алюминиевого эрбий-алюминиевого гранатов (последний – сверх плана), муллита, а также оксидных эвтектик, необходимых для построения композитов, и получены образцы композитных образцов с матрицами на основе Ni и Ni₃Al. Испытания этих образцов на ползучесть в отчетном году были сконцентрированы на ползучести с большими скоростями деформации (порядка 10⁻¹ ч⁻¹), что дало возможность определить прочность граница

раздела волокно-матрица в композите и ранжировать структуры по этому параметру, определяющему прочность и сопротивление ползучести композита при высокой температуре. Исследование микроструктуры границы раздела волокна и матрицы позволило установить важную особенность кристаллизации двухфазной γ/γ' матрицы в орестности волокна – последовательность кристаллизации фаз.

РФФИ 08-03-01068

Руководитель – проф. С.Т. Милейко

154. Проект РФФИ 08-08-00740 в 2008 г. не финансировался.

155. Был обнаружен и исследован зернограничный фазовый переход смачивания расплавом в двухфазных областях Sn+L и Pb+L объемной фазовой диаграммы Sn–Pb. Показано, что в равновесных условиях твердофазного смачивания в системе Sn–Pb не наблюдается. В тоже время, в процессе деформации могут образовываться зернограничные прослойки свинца на границах в олове. Это явление объясняется повышением энергии гранц зерен в олове в результате деформирования. В системе Cu–Ag был впервые обнаружен фазовый переход смачивания на малоугловых границах зерен. Изучены микроструктура и состав исторических (17-19 в.) латуней Cu–Zn–Pb для изготовления язучков органичных труб. Разработаны составы сплавов и технология их обработки для: (а) бережной реставрации старинных оргáнов, с сохранением их прежнего звучания, и (б) создания новых оргáнов, которые звучали бы также, как инструменты эпохи барокко.

ИНТАС 05-10000008-8120

Руководитель – проф. Б.Б. Страумал

156. Изучены возможности синтеза интерметаллических гидридов Mg_7MH_x ($M=Ti, Zr, Nb, V$) в механических смесях MgH_2 и MH_2 при давлениях 7-9 ГПа и температурах до 800°C. Отработана методика капсулирования химически активных смесей, содержащих гидрид магния, в NaCl ампулы и проведена серия термобарообработок механических смесей MgH_2 с гидридами титана и циркония при давлениях 5-9 ГПа и температурах до 800°C. После обработки смеси $7MgH_2+TiH_2$ при 9 ГПа и 800°C рентгенографически зафиксировано образование интерметаллического соединения Mg_7TiH_x . На смеси $7MgH_2+ZrH_2$ после обработок при 5–7 ГПа и 600–800°C обнаружено образование соединения $Mg_2Zr_3H_x$.

Проект Комиссии ЕЭС НУСИС, контракт SES6 № 038941, договор ИФТТ № 2-07-7.

Руководитель – к.ф.-м.н. И.О. Башкин

157. Исследовано самоупорядочение частиц в жидкокристаллических средах с образованием различного типа структур, трансформация процессов самоупорядочения путём внешних воздействий. Обнаружена зависимость межчастичного взаимодействия от размера частиц в свободно подвешенных плёнках сегнетоэлектрического жидкого кристалла. При изменении размера частиц диполь-дипольное взаимодействие между частицами может быть трансформировано в квадруполь-квадрупольное. Обнаружено, что большие частицы взаимодействуют как топологические диполи, при уменьшении размера частиц дипольная составляющая взаимодействия уменьшается. Изменение взаимодействия позволяет готовить различного типа структуры из частиц. Предложена модель, позволяющая объяснить зависимость взаимодействия от размера частиц. Изменение взаимодействия связано с конкуренцией ориентационной упругости и хиральности жидкого кристалла. В модели учитывается реальная структура границы между частицей и плёнкой и её вклад в энергию системы. Осуществлено изменение структуры плёнок фоточувствительного жидкого кристалла с помощью светового воздействия. При освещении в плёнке происходило образование дополнительных молекулярных слоёв.

Показано, что структурой плёнки и положением дополнительных смектических слоёв в плёнке можно управлять, перемещая световой пучок.

ИНТАС 06-1000014-6462

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

158. На основании проведенных исследований разработана конструкция и лабораторная технология изготовления сверхпроводника нового типа - многослойной композиционной наноструктурной ленты, содержащей слои сверхпроводящих сплавов системы (NbTi)

толщиной 2-50 нм.

Госконтракт 02.513.11.3198

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

159. Завершены работы по изучению типа дефектов и дифракционного контраста в монокристаллах кремния (пластины диаметром 150 мм и 300 мм). Контракт завершен в январе 2008 года.

Контракт с фирмой МЕМС США №55-97-2

Руководитель – академик Ю.А.Осипьян

Основные результаты и разработки, доведенные до готовности к практическому применению

1. Модернизированы конструкции разработанных ранее портативных криоаппликаторов и криораспылителей, снабжаемых пенопластовым бачком для хранения жидкого азота, проведены стендовые испытания. Опытные образцы переданы в поликлинику г. Черноголовка для проверки работоспособности и надежности модернизированных приборов в реальных условиях. Подготовлена документация, необходимая для получения разрешения Минздрава РФ на применения криоприборов в клиниках России и участие в российских и зарубежных конференциях и выставках медицинской аппаратуры. Подана заявка на изобретение «Медицинский криоаппликатор», авторов Межова-Деглина Л.П., Маковой М.К. и Лохова А.В. Калмыковой З.В.

Руководитель – проф. Л.П.Межов-Деглин

2. В лаборатории кристаллизации из высокотемпературных растворов разработана технология получения изделий из спектрально чистого графита. Проводится выпуск спектрально чистых электродов для атомной и металлургической промышленности в объеме 200 кг в год. По этому направлению получен патент РФ «Способ очистки графитовых изделий» № 2333152, выдан 10.09.08.

Руководитель – д.т.н. С.К.Брантов

Научно-организационная деятельность ИФТТ РАН

В 2008 году Ученый совет ИФТТ РАН провел 26 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

Обсуждение и утверждение плана научно-исследовательской работы института на 2009 год

Обсуждение и утверждение отчета по научно-исследовательской работе института за 2008 год

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

Обсуждение и утверждение результатов конкурса научно-исследовательских работ 2008 года

Отчет дирекции института по итогам 2007 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 ИФТТ РАН работал один диссертационный совет - Д 002.100.01. Диссертационный совет Д 002.100.01 утвержден при Институте физики твердого тела РАН, г. Черноголовка, приказом Высшей аттестационной комиссии от 15 июня 2001 г. № 1573-в. Полномочия совета на срок действия Номенклатуры специальностей научных работников, утвержденный приказом Минпромнауки России от 31.01.2001 (N47), подтверждены приказом Минобрнауки «О переименовании и полномочиях советов по защите докторских и кандидатских диссертаций» (N 798-745 от 13.04.2007). Всего в 2008 году было защищено 4 кандидатских и 2 докторских диссертаций.

Патентно-инновационная деятельность

Институт ведет активную патентно-инновационную деятельность. В 2008 году:

А). Получено 12 патентов, в том числе 11 патентов РФ:

№2315710 «Способ пиролитического уплотнения лент из графитовой фольги», авторы: Брантов С.К., Ефремов В.С., Порхунов Е.В., Терехова И.С., зарегистрирован 27.01.08

№2318928 «Способ получения объемного теллурида цинка-кадмия холодным прессованием», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Д.Н., Гартман В.К., Борисенко Е.Б., Тимонина А.В., зарегистрирован 10.03.08

№2321536 «Устройство для увеличения сорбционной емкости углеродных нанотрубок», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Д.Н., Гартман В.К., зарегистрирован 10.04.08

№2329488 «Способ определения величины угла хиральности на электронно-дифракционных картинах кристаллов с цилиндрической решеткой» автор: Григорьева Л.Д., зарегистрирован 20.07.08

№2331905 «Способ изготовления наноразмерных линз из селенида цинка», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., зарегистрирован 20.08.08

№2331906 «Нейтральный светофильтр», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., Божко С.И., зарегистрирован 20.08.08

№2331907 «Оптический фильтр», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., зарегистрирован 20.08.08

№2332530 «Устройство для непрерывного выращивания двусторонних слоев кремния на углеродной фольге», авторы: Брантов С.К., Кулаков П.В., Порхунув Е.В., зарегистрирован 27.08.08

№2333152 «Способ очистки графитовых изделий», авторы: Брантов С.К., Колчин А.А., зарегистрирован 10.09.08

№2334836 «Способ получения наностержней селенида кадмия», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., зарегистрирован 27.09.08

№2336371 «Способ получения наночастиц галлия», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., Божко С.И., зарегистрирован 20.10.08

Получен патент Канады:

№ 2,336,695 «Композиционный жаропрочный и жаростойкий материал «РЕФСИК», авторы: Гнесин Б.А., Гуржиянц П.А., получен 15.08.07, зарегистрирован 15.07.08

Б. Подано 15 заявок на получение патентов на изобретения РФ:

№2008104892 «Датчик температуры расплава», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., приоритет 13.02.08

№2008108895 «Способ электродугового получения углеродных нанотрубок», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Д.Н., Берзигиярова Н.С., приоритет 06.03.08

№2008111692 «Устройство для выращивания слоев кремния на углеродной подложке», авторы: Брантов С.К., Ефремов В.С., приоритет 26.03.08

№2008116001 «Способ извлечения теллура», авторы: Колесников Н.Н., Стыркас А.Д., приоритет 22.04.08

№2008121035 «Способ получения наночастиц теллурида кадмия со структурой вюртцита», автор: Стыркас А.Д.

№2008121156 «Композиционный материал на основе цинка и углерода», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., приоритет 26.05.08

№2008128187 «Ультрафиолетовый лазер на основе двумерного кристалла», авторы: Емельченко Г.А., Грузинцев А.Н., Масалов В.М., Баженов А.В., Волков В.Т., приоритет 10.07.08

№2008127519 «Система для резекции биологических тканей сапфировым лезвием с одновременной оптической диагностикой их злокачественности», авторы: Курлов В.Н., Шикунова И.А., Лощенов В.Б., Рябова А.В., приоритет 09.07.08

№2008127520 «Устройство для внутритканевого облучения биологической ткани лазерным излучением», авторы: Курлов В.Н., Шикунова И.А., Лощенов В.Б., Рябова А.В., Меерович Г.А., приоритет 09.07.08

№2008137822 «Способ получения наночастиц теллурида кадмия со структурой сфалерита», автор: Стыркас А.Д., приоритет 24.09.08

№2008137820 «Способ заполнения углеродных нанотрубок углеродом», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Д.Н., приоритет 24.09.08

№2008134179 «Многослойный ленточный наноструктурный композит на основе сверхпроводящего сплава ниобий-титан», авторы: Карпов М.И., Внуков В.И., Коржов В.П., Желтякова И.С., Колобов Ю.Р., приоритет 21.08.08

№2008134180 «Способ изготовления многослойного ленточного наноструктурного композита на основе сверхпроводящего сплава ниобий-титан», авторы: Карпов М.И., Внуков В.И., Коржов В.П., Желтякова И.С., Колобов Ю.Р., приоритет 21.08.08

№2008143153 «Способ получения наночастиц из газов и паров жидкостей при сверхнизких температурах», авторы: Ефимов В.Б., Межов-Деглин Л.П., приоритет 30.10.08

№2008143152 «Дисплейное устройство на основе фотонного кристалла», авторы: Карпов И.А., Емельченко Г.А., Масалов В.М., приоритет 30.10.08

С). Получено 7 положительных решений по заявкам на изобретение:

№2007107766 «Способ изготовления наноразмерных линз из селенида цинка», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., положительное решение от 30.01.08

№2007108639 «Нейтральный светофильтр», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., Божко С.И., положительное решение от 30.01.08

№2007109013 «Оптический фильтр», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., положительное решение от 30.01.08

№2006144771 «Устройство для непрерывного выращивания двусторонних слоев кремния на углеродной фольге», авторы: Брантов С.К., Кулаков П.В., Порхунов Е.В., положительное решение от 01.02.08

№2006144783 «Способ очистки графитовых изделий», авторы: Брантов С.К., Колчин А.А., положительное решение от 21.02.08

№2007106793 «Способ получения наностержней селенида кадмия», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., положительное решение от 06.03.08

№2007108629 «Способ получения наночастиц галлия», авторы: Колесников Н.Н., Кведер В.В., Борисенко Е.Б., Борисенко Д.Н., Тимонина А.В., Божко С.И., положительное решение от 20.03.08

Д). Поддерживаются в силе 34 патента, в том числе 29 патента РФ и 5 зарубежных патентов: 2 патента США, 2 патента Израиля и 1 патент Канады

ИФТТ РАН в 2008 г. участвовал в выставках:

XIII Международный форум «Технологии безопасности», Долгопрудный, Московская обл.

VIII Московский Международный салон инноваций и инвестиций, г. Москва.

XI Московский Международный Салон промышленной собственности «Архимед – 2008»,

IX Международный Форум «Высокие технологии-XXI-2008» Москва.

III Троицкой конференции «Медицинская физика и инновации в медицине»

13-ый Международный промышленно-экономический форум «Россия Единая», Нижний Новгород.

Международная выставка-презентация Московской области «Подмосковье-2008»,

2-ая Международная специализированная выставка «SIMEXPO-Научное приборостроение – 2008»,

6-ая Международная специализированная выставка «Лаборатория Экспо-2008», Москва.

9-ая специализированная выставка «ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ОПК», Москва.

IV Международный форум «Оптика-2008», Москва.

Выставка в рамках Международного форума по нанотехнологиям, Москва.

18-ая Международная выставка «Здравоохранение-2008», Москва.

Награды ИФТТ РАН за инновационную деятельность (на выставках, салонах инноваций и инвестиций и т.д.) за 2008 год:

1. Диплом XIII Международного форума «Технологии безопасности», «КрокусЭкспо»
2. Диплом и Золотая медаль VIII Московского Международного салона инноваций и инвестиций, Москва за разработку «Способ получения углеродных нанотрубок».
3. Диплом VIII Московского Международного салона инноваций и инвестиций, Москва за разработку «Новые композиционные материалы и покрытия на основе наноструктурированной карбидокремниевой керамики».
4. Диплом Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам «За высокий уровень разработок, представленных Институтом физики твердого тела РАН на VIII Московском Международном салоне инноваций и инвестиций»
5. Диплом почтения и благодарности «За активное участие в организации и проведении Салона», на XI Московском Международном салоне промышленной собственности «Архимед-2008»
6. Диплом и Серебряная медаль XI Московского Международного салона промышленной собственности «Архимед-2008», Москва за разработку «Система регистрации предельно слабых (одnofотонных) оптических сигналов ИК-диапазона (1.3 - 1.55 мкм) ».
7. Диплом и Серебряная медаль XI Московского Международного салона промышленной собственности «Архимед-2008 г. Москва за разработку «Магнетронная составная мишень из высокочистых вольфрама и титана для микроэлектроники».
8. Диплом и Золотая медаль XI Московского Международного салона промышленной собственности «Архимед-2008», г. Москва за разработку «Система экспрессной диагностики вирусов, канцерогенных и других патогенных биообъектов внутри живых организмов на основе наносцинтилляторов».
9. Диплом и Золотая медаль XI Московского Международного салона промышленной собственности «Архимед-2008», Москва за разработку «Сапфировые игловые капилляры для лазерных методов диагностики и терапии злокачественных опухолей печени и простаты».
10. Диплом «За участие в выставке ВТ-XXI 2008 и достижения в области высоких технологий», г. Москва.
11. Свидетельство и Золотая медаль IX Международного форума «Высокие технологии XXI века, Москва «За разработку системы экспрессной диагностики и уничтожения вирусов, канцерогенных и других патогенных биообъектов внутри живых организмов на основе нанотехнологий».
12. Свидетельство и Почетный Знак форума «Золотая Статуэтка «Святой Георгий» IX Международного форума «Высокие технологии XXI века», г. Москва за разработку «Сапфировые игловые капилляры для лазерных методов диагностики и терапии злокачественных опухолей печени и простаты».
13. Диплом 13-го Международного промышленно-экономического форума «Россия Единая» за участие и комплекс представленных разработок, Нижний Новгород
14. Диплом 2-ой Международной специализированной выставки «SIMEXPO-Научное приборостроение – 2008» за активное участие и успешную презентацию разработок, Московская обл.
15. Диплом и Медаль 6-ой Международной специализированной выставки «ЛабораторияЭкспо-2008», Москва за разработку «Новые материалы для реставрации старинных музыкальных инструментов».
16. Диплом 6-ой Международной специализированной выставки «ЛабораторияЭкспо-2008», октябрь 2008 г., Москва за разработку «Сапфировые

игловые капилляры для лазерных методов диагностики и терапии злокачественных опухолей печени и простаты».

17. Диплом 9-ой специализированной выставки «ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ОПК», Москва за участие в конкурсе «Безопасность, экология, инновации» в номинации «Инновационная технология повышения качества в микроэлектронике» «за разработку магнетронной составной мишени из высокочистых вольфрама и титана для микроэлектроники».

18. Диплом и Медаль 9-ой специализированной выставки «ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ОПК», Москва «за систему детектирования предельно слабых оптических сигналов ближнего ИК-диапазона (1.3-1.55 мкм)».

19. Диплом и Медаль 9-ой специализированной выставки «ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ОПК» Москва «за магнетронную составную мишень из высокочистых вольфрама и титана для микроэлектроники».

20. Диплом участника четвертого Международного форума «Оптика – 2008» (OPTICS-EXPO 2008), г. Москва за разработку «Функциональные оптические наноструктуры со свойствами фотонных кристаллов».

Характеристика международных связей ИФТТ РАН за 2008 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 дн.	Период действия соглашения
Польша	Синтез и исследование новых материалов для водородной энергетики с использованием высоких давлений	2 чел., 26 дн.	2008
Латвия	Экспериментальное изучение микротвердости границ зерен и тройных стыков	1 чел., 11 дн.	2008

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

Страна	Наименование темы сотрудничества	Срок командир. в дн.	Период действия соглашения
Азербайджан	Экспериментальные исследования особенностей электронной системы с слоистых полупроводниках и сверхпроводниках	1 чел., 4 дн.	2008-2009
Ю.Корея	Изготовление и исследование нанокompозитных магнитных гетероструктур	1 чел., 90 дн.	2007-2012
Франция	Исследование физических свойств примесных гелей в сверхтекучем гелии.	2 чел., 38 дн.	2006-2011

3.Участие в международных конференциях за рубежом

Страна	Название конференции	Даты конференции	Число дел.	Финансовые условия (ПС-за счет принимающей стороны, РФФИ – гранты РФФИ, РАН –из средств Программ РАН, К-средства контрактов, ЦФ- средства централизованного фонда института)
Швейцария	Международная конференция «2008 Latsis Symposium, Бозе-Эйнштейновская конденсация в разреженных атомарных газах и в конденсированных средах»	28.01-30.01	1	РФФИ, ЦФ
Австрия	Международная конференция «Mauterndorf Winterschool 2008»	18.01-23.01	1	ПС
Австрия	Международная конференция «Макроскопические квантовые явления»	16.02-23.02	1	РАН, ПС
Италия	Международная конференция «Квантовый электронный транспорт и нанопизика»	09.03 – 16.03	1	РФФИ, РАН, ПС
Франция	Международный симпозиум «Photonic Crystal Materials and Devices»	06.04-11.04	2	К
Германия	36-я Германская конференция по жидким кристаллам	11.03-16.03	1	РАН, ПС
Япония	Международная конференция Физического общества Японии по нетрадиционным сверхпроводящим переходам	20.03-25.03	1	РФФИ, РАН, ПС
Португалия	ANM-2008	21.06-26.06	2	РАН, РФФИ
Япония	Международная конференция «Electrons on Helium: Toward single electrons manipulation»	05.04-11.04	2	РАН, ПС
Германия	Международная конференция NOEKS9	26.06-29.05	1	РФФИ
Япония	Международная конференция по физике взаимодействия света с веществом в наноструктурах (PLMCN8)	04.04-12.04	1	РАН, РФФИ
Беларусь	1-я Международная	21.04-26.04	2	К, РФФИ

	конференция «Наноструктурные материалы -2008»			
Италия	16-я Международная конференция по сверхбыстрым явлениям (UP2008)	9.06-13.06	1	РФФИ
Германия	Международная конференция «Quantum Phases and Excitations in Quantum Hall Systems»	16.06-21.06	1	РФФИ, РАН
Чехия	Международная конференция «MSMS2008»	16.06-20.06	1	РФФИ
Великобритания	Международная конференция «Summer School in Physics»	26.05-06.06	2	РАН, РФФИ, ПС
Польша	Международная конференция «Криокристаллы» СС-2008	30.07-07.08	4	РАН
Германия	Международная конференция «4-th SFB 513 Nanostructures at Surfaces and Interfaces»	28.05-30.05	1	РАН, ПС
Франция	Международная конференция «Взаимодействие частиц с медленными нейтронами»	28.05-01.06	1	ПС, РФФИ, РАН
Швейцария	8-я Международная конференция «European Solid Oxide Fuel Cell Forum»	30.06-05.07	4	РАН
Исландия	Международный симпозиум по системам металл-водород (MH-2008)	24.06-28.06	4	РАН, РФФИ
Хорватия	8-й Международный симпозиум Хорватской металлургической ассоциации	22.06-29.06	3	РАН, РФФИ
Франция	Международная конференция EDS-2008	14.09-19.09	5	РФФИ, РАН
Германия	Международный семинар «Квантовые фазы и возбуждения в режиме квантового Холла»	16.06-21.06	3	ПС, РФФИ
Германия	Международная конференция RQ-13	23.08-30.08	2	РАН, РФФИ
Азербайджан	Международная конференция «Актуальные проблемы физики»	24.06-27.06	1	ПС, РФФИ
Ю.Корея	Международная конференция по жидким кристаллам	28.06-06.07	1	РФФИ, ЦФ, РАН, ПС
Аргентина	Международная конференция ISMANAM 2008	04.07-12.07	1	РАН, РФФИ,
Норвегия	4-я Международная конференция LPHYS'08	29.06-06.07	1	РФФИ, ПС
Германия	Международный семинар «Completing Orders, Pairing Fluctuations and Spin Orbit Effects in Novel	30.06-11.07	1	ПС, РФФИ

	Unconventional Superconductors»			
Япония	2-ой Российско-Японский семинар по органическим проводникам	18.08-26.08	5	РФФИ, РАН
Нидерланды	Международная конференция по физике низких температур LT-25	05.08-14.08	6	РФФИ, РАН
Франция	Международная конференция «ECRYS-08 SFB 513»	24.08-30.08	1	РФФИ, РАН, ПС
Италия	Международная конференция «Stripes-08»	21.07-02.08	1	РФФИ
Польша	Международная конференция «Spin Momentum Transfer»	2.09-5.09	1	РАН
Бразилия	Международная конференция «Сильные магнитные поля в физике полупроводников и нанотехнологии»	01.08-11.08	1	РФФИ
Италия	Международная конференция «ICTP Conference Graphene Week 2008»	24.08-30.08	1	РФФИ
Великобритания	Международная конференция «ECOSS-25»	25.07-03.08	1	РФФИ
Великобритания	IV Международная конференция по спонтанной когерентности в экситонных системах	07.09-12.09	1	РФФТ, РАН
США	Международная конференция по прикладной сверхпроводимости	23.08-28.08	1	РФФИ
Испания	Международная конференция Европейской группы по высоким давлениям (ENPRG08)	06.09-13.09	1	РФФИ, РАН
Украина	Международная конференция «Высокие давления -2008»	15.09-21.09	5	РФФИ, РАН
Германия	Международная конференция по сплавам (IAC-2008)	10.09-14.09	1	РФФИ, ПС
Китай	Международный форум по новым материалам и наукоемким технологиям	14.09-19.09	1	К, ПС
Украина	Международная конференция «Contemporary Problems of Metal Physics»	05.10-10.10	1	РФФИ
Италия	Международная конференция по сверхпроводящей электронике	28.09-03.10	1	РФФИ, РАН
Италия	Международная конференция по квантовой динамике	04.10-10.10	1	РФФИ, РАН
Германия	Международная конференция по медицинским изображениям и ядерной науке	18.10-27.10	1	РАН

Израиль	Международная конференция «Переход сверхпроводник-изолятор»	29.10-05.11	1	ПС
Испания	Международная конференция по проекту PHOREMOST	30.10-31.10	1	РФФИ
Германия	Международная конференция «Correlated Electron Systems in High Magnetic Fields»	12.10-19.10	1	К, ПС
Испания	7-я Международная конференция «Высокие медицинские технологии XXI века»	26.10-02.11	1	РФФИ, РАН
Китай	Международный форум «Advanced Materials and Commercialization»	16.10-20.10	1	ПС
Япония	Международная конференция «Photo-Induced Phase Transition»	08.11-15.11	1	РФФИ, РАН
Украина	Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов»	16.11-19.11	1	К
Италия	Международная конференция «FeAs высокотемпературные сверхпроводники, многослойники и сопутствующие явления»	09.12-14.12	1	РАН, РФФИ

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

Наименование мероприятия	Даты проведения
5-я Международная конференция «Фазовые переходы и прочность кристаллов»	17.11.08-21.11.08

5. Участие в международных программах

Название программы	Период действия
Комиссия Европейских Сообществ (Проект №511616) «Нанопотоника для реализации молекулярных технологий»	01.10.04-01.10.08
Комиссия Европейских Сообществ (Контракт № 038941) «Усиление международной кооперации в текущей Программе FP6 по исследованию хрупкости водорода в твердых телах»	01.01.2007-01.01.2009
CRDF №RUP1-2685-MO-05 Неупругое рассеяние света и микроволновая спектроскопия композитных фермионов	03.04.06-03.04.08
CRDF №RUP1-2691-CG-05 Джозефсоновские пи-контакты и массивы: новая физика и возможное применение в цифровых и квантовых вычислениях	17.02.06-17.02.08
CRDF №RUP1-2841-CG-06 Новые нанокластерные системы в сверхтекучем гелии	01.02-07-31.01.09
INTAS №05-100000-7665 Новый алюмогидрид: Новые материалы для обратимого хранения водорода на основе	01.06.06-01.06.08

сплавов алюминия	
INTAS №05-100000-7923 «Квантовая когерентность в сверхпроводящих нанопряжках»	01.10.06-01.04.09
ИНТАС №05-10000008-8120 Reconstruction of pipe alloys for historic organs	2006-2009
ИНТАС №06-1000014-6462 (ИНТАС молодого ученого)	2007-2009
ИНТАС №051094951 (ИНТАС молодого ученого)	2006-2008
РФФИ 06-03-91376 ЯФ-а (Россия-Япония) Разработка ультра-высокотемпературных оксидных эвтектических материалов для энергомашиностроения будущего поколения	2006-2008
РФФИ 06-02-72025 (Россия-Израиль) Взаимодействие сверхпроводимости и ферромагнетизма в субмикронных гибридных структурах	2006-2008
РФФИ 08-02-90108 Мол_а (Россия-Молдова) Исследование силы пиннинга и возможности повышения критической температуры и критических токов у диборида магния	2008-2009
РФФИ 08-08-90105 Мол_а (Россия-Молдова) Фундаментальные основы создания металломатричных композитов со сверхпроводящими прослойками диборида магния с помощью зернограничного смачивания	2008-2009
РФФИ 08-02-90103 Мол_а (Россия-Молдова) Селективные газовые сенсоры на основе одномерных, двумерных и трехмерных структур оксида цинка	2008-2009
РФФИ 08-08-91302 ИНД_а (Россия-Индия) Сегрегация на границах зерен, морфология зернограничных преципитатов и модификация поверхности в случае полного и неполного смачивания границ зерен второй твердой фазой в сталях	2008
РФФИ 94WFA0500014 (Россия-Тайвань)	2005-2008
РФФИ-ННИО 05-02-04017 (Россия-Германия) Создание материалов со стабильной микроструктурой посредством управления тройными стыками	2006-2008
РФФИ-ННИО 08-02-91965 (Россия-Германия) Экспериментальные исследования квантовой когерентности в Джозефсоновских цепях с SFS рi-контактами	2008-2010
РФФИ 07-02-91590 (Россия-Италия) Структура, магнитные и механические свойства наноструктурных микропроводов в стеклянной оболочке	2007-2009

6. Стажировки и прием иностранных ученых

Стажировки российских ученых (кол-во)	Стажировки зарубежных ученых (кол-во)	Принято иностранных ученых (кол-во)
1	-	44

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.	Страна	Полное наименование	Полученная позиция	в
--------------	--------	---------------------	--------------------	---

действительного члена или члена-корреспондента РАН		учреждения, избравшего члена РАН своим иностранным членом или представившего члена РАН к награде	международной/иностранной организации или наименование премии, ордена, медали и др.
-			

8.Дополнительные сведения.

8.1.Количество зарубежных командировок сотрудников института – 184
из них за счет принимающей стороны – 32,
частично за счет принимающей стороны – 58

8.2.Количество зарубежных командировок директора института, оформленных в ИФТТ РАН (общая продолжительность в днях) – 48

Финансовая справка по состоянию на 1 декабря 2008 ГОДА в тыс. руб.

Доходы за 11 месяцев, всего	245197	100%
Бюджетное финансирование РАН	182036	74.24
Финансирование из РФФИ	35126	14,331
Финансирование из Миннауки и по ГНТП	8406	3.43
Получено по хоздоговорам	11396	4.65
Получено по международным контрактам	3483	1.42
Получено по коммерческой деятельности	1325	0.54
Аренда	3425	1.40
Расходы за 11 месяцев, всего	191615	100%
Заработная плата	96043	50,12
Начисления на заработную плату	23157	12,09
Выплаты из ФМП	83	0,04
Коммунальные платежи	10180	5.31
Научная работа (материалы, приборы и т.п.)	20614	10.76
Прочие расходы (канц., связь, ремонт)	35200	18,37
Оборудование	6338	3.31

Справка по штатному состоянию на 1 декабря 2008 г.

Количество сотрудников	2007 год	2008 год
Сотрудники ИФТТ	508	491
Совместители	29	29
в том числе научные сотрудники	22	22
Научные сотрудники	185	173
в том числе:		
доктора наук	50	50
кандидаты наук	112	113
Молодые специалисты, принятые в ИФТТ	5	5