

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ**

**ОТЧЕТ**

**ИНСТИТУТА ФИЗИКИ им. Л. В. Киренского  
о научной и научно-организационной деятельности в  
2008 г.**



Красноярск, 2009

Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук  
создан в октябре 1956 г.

---

Директор Института – академик РАН В.Ф.Шабанов

### **Основные направления деятельности Института:**

- актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе, физика диэлектриков, магнитных материалов и наноструктур;
- физическое материаловедение, в том числе, материалы для электронной техники и спинтроники, сверхпроводящие материалы;
- актуальные проблемы оптики и лазерной физики, включая физику фотонных кристаллов, новые оптические материалы, технологии и приборы;
- современные проблемы радиофизики, в том числе, радиофизические методы диагностики окружающей среды.

## **СТРУКТУРА ИНСТИТУТА**

### **Научные подразделения**

#### **Отдел кристаллофизики**

- 1.1. Лаборатория кристаллофизики (зав.: к.ф.-м.н. А.И. Зайцев)
- 1.2. Лаборатория резонансных свойств магнитоупорядоченных веществ (зав.: д.ф.-м.н., А.И. Панкрац)
- 1.3. Лаборатория радиоспектроскопии и спиновой электроники (зав.: д.ф.-м.н. Н.В. Волков)
- 1.4. Лаборатория аналитических методов исследования вещества (зав.: д.т.н. Г.Н. Чурилов)

#### **Отдел физики магнитных явлений**

- 2.1. Лаборатория физики магнитных явлений (зав.: д.ф.-м.н., проф. С.Г. Овчинников)
- 2.2. Лаборатория сильных магнитных полей (зав.: к.ф.-м.н. М.И. Петров)
- 2.3. Лаборатория тонких магнитных пленок (зав.: д.ф.-м.н., проф. Р.С. Исхаков)
- 2.4. Лаборатория магнитодинамики (зав.: д.ф.-м.н., проф. Г.С.Патрин)

#### **Отдел теоретической физики**

- 3.1. Лаборатория теоретической физики (зав.: д.ф.-м.н., проф. В.В. Вальков)
- 3.2. Лаборатория теории нелинейных процессов (зав.: д.ф.-м.н., проф. А.Ф. Садреев)

#### **Отдел оптики**

- 4.1. Лаборатория молекулярной спектроскопии (зав.: д.ф.-м.н. В.Я. Зырянов)
- 4.2. Лаборатория когерентной оптики (зав.: д.ф.-м.н. В.Г. Архипкин)
- 4.3. Лаборатория радиофизики дистанционного зондирования Земли (зав.: член-корр. РАН В.Л. Миронов)
- 4.4. Лаборатория электродинамики и СВЧ электроники (зав.: д.т.н., проф. Б.А. Беляев)

## Научно-вспомогательные подразделения

Группа научно-технической информации и патентоведения  
Научная библиотека

## Административно-хозяйственные и производственные подразделения

Отдел кадров  
1-й отдел  
Канцелярия  
Бухгалтерия  
Планово-экономический отдел  
Административно-хозяйственная часть  
Отдел снабжения  
Участок оперативной полиграфии  
Эксплуатационно-техническая служба  
Экспериментальный участок  
Криогенная станция

## Дирекция Института

|                                                |                                                                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Директор</i>                                | академик РАН В.Ф. Шабанов                                                         |
| <i>Советник РАН</i>                            | академик РАН К.С. Александров                                                     |
| <i>Заместители директора по науке</i>          | д.ф.-м.н. Н.В. Волков<br>д.ф.-м.н. проф. С.Г. Овчинников<br>д.ф.-м.н. А.Н. Втюрин |
| <i>Заместитель директора по общим вопросам</i> | А.В. Агапов                                                                       |
| <i>Ученый секретарь</i>                        | к.ф.-м.н. К.А. Шайхутдинов                                                        |

**Адрес:** Академгородок, 50, стр. 38,  
Красноярск,  
660036

**Телефоны:** (3912) 43-26-35  
(3912) 43-07-63

**Факс:** (3912) 43-89-23

**E-mail:** [dir@iph.krasn.ru](mailto:dir@iph.krasn.ru)

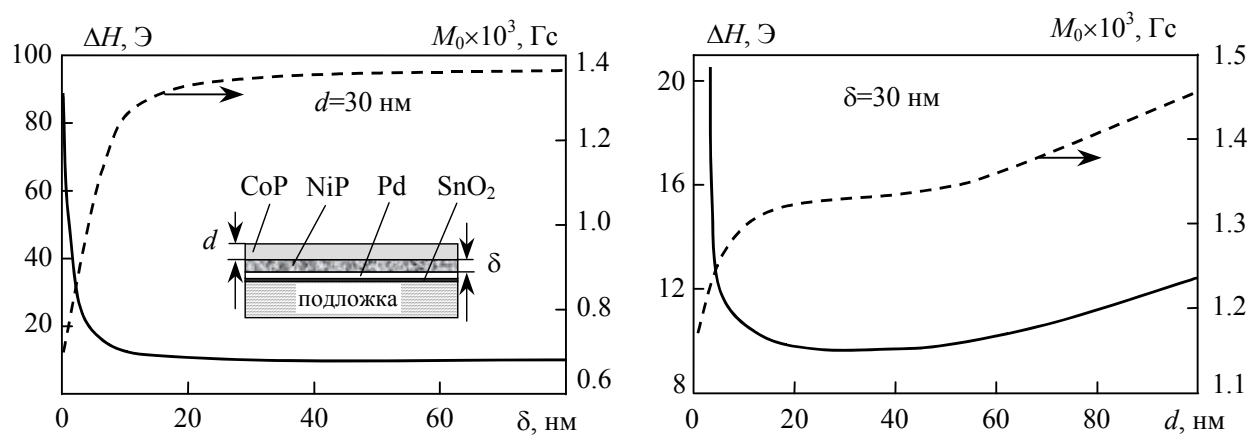
**Web-стр.:** [www.kirensky.ru](http://www.kirensky.ru)

## Важнейшие результаты научно-исследовательских работ ИФ СО РАН в 2008 г.

### Синтез нанокристаллических пленок кобальта с высокой магнитной проницаемостью на СВЧ

Проведены технологические исследования, направленные на получение минимальной ширины линии ФМР  $\Delta H$  нанокристаллических пленок кобальта при максимальном значении эффективной намагниченности насыщения  $M_0$ , а также на уменьшение степени магнитных неоднородностей по площади и по толщине образцов с целью достижения в них предельно высокой магнитной проницаемости  $\mu$  в заданном диапазоне сверхвысоких частот. Измерение эффективной намагниченности насыщения, одноосной анизотропии, коэрцитивной силы и других характеристик локальных участков пленок проводились на сканирующем спектрометре ферромагнитного резонанса в дециметровом диапазоне длин волн. В результате разработана технология химического осаждения пленок с высокой  $\mu$  [1,2], которые могут использоваться в конструкциях различных управляемых СВЧ-устройств: в перестраиваемых режекторных и полосно-пропускающих фильтрах, фазовых манипуляторах, магнитных антеннах.

Впервые показано, что высокочастотные свойства химически осажденных "рентгено-аморфных" пленок можно существенно улучшить, если при их получении предварительно на подложку палладия осадить буферный немагнитный, но аморфный слой определенной толщины. В качестве буферного слоя может использоваться пленка Ni-P, получаемая также химическим осаждением, но с содержанием фосфора в ней более 7%, когда она становится немагнитной. На рисунке показаны зависимости ширины линии ФМР и эффективной намагниченности насыщения, снятые от толщины немагнитной прослойки  $\delta$  при фиксированной толщине магнитной пленки  $d$  и наоборот.



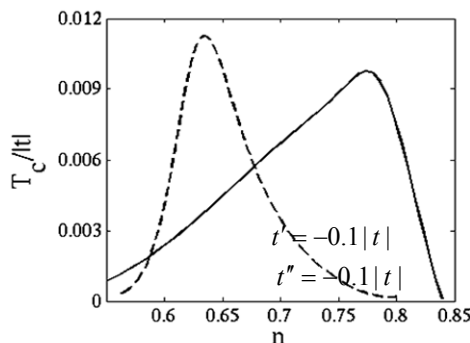
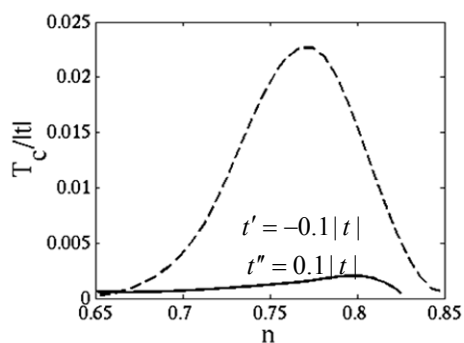
Разработанная технология позволяет значительно увеличить сверхвысокочастотную магнитную проницаемость образцов за счет уменьшения ширины линии ферромагнитного резонанса и увеличения эффективной намагниченности насыщения. При этом для получения максимального эффекта толщина немагнитной прослойки должна быть не менее 20-30 нм. Оптимальная толщина пленок кобальта в этой технологии, обеспечивающая минимальную ширину линии ФМР, а значит и максимальную магнитную проницаемость образца в дециметровом диапазоне длин волн, попадает в сравнительно широкий интервал ~20-60 нм. Уменьшение магнитной проницаемости с ростом толщины пленки Со связано с проявлением скин-эффекта, поэтому при синтезе образцов на более низкие частоты оптимальная толщина пленки должна увеличиваться пропорционально  $\sim(f)^{-0.5}$ .

1. Кипарисов С.Я., Беляев Б.А. Способ получения аморфных магнитных пленок Co-P. Патент РФ № 2306367. БИ № 26, 2007.
2. Беляев Б.А., Изотов А.В., Кипарисов С.Я., Скоморохов Г.В. Синтез и исследование магнитных характеристик нанокристаллических пленок кобальта. // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 4. – С. 650-656.

## Динамические спин-флуктуационные процессы в проблеме основного состояния сильно коррелированных тяжелых фермионов и купратов

В рамках теории электронных систем с сильными корреляциями показано, что динамические спин-флуктуационные процессы как в редкоземельных интерметаллидах с тяжелыми фермионами, так и в купратных сверхпроводниках играют существенную роль при описании их нормальных и сверхпроводящих свойств. Учет спиновых флуктуаций впервые реализован посредством введения аномальных компонент силового оператора, зависящих от мацубаровских частот. Для модели Андерсона, описывающей состояние с тяжелыми фермионами, а также для популярной в теории ВТСП  $t-t'-t''-J^*$ - модели, учитывающей дальние перескоки и трехцентровые взаимодействия, получена и решена бесконечная система модифицированных интегральных уравнений Горькова, определяющая аномальные компоненты массового и силового операторов. На основе численных расчетов показано, что для редкоземельных интерметаллидов температура перехода в сверхпроводящую s-фазу (такая фаза обнаружена в тяжелофермионном скуттерудите  $\text{LaFe}_4\text{P}_{12}$  (Y.Nakai, et.al., JPSJ, 74, 2005)) значительно изменяется при включении процессов рассеяния на спиновых флуктуациях и достигает наблюдаемых значений ( $\sim 4\text{K}$ ).

В купратных сверхпроводниках влияние динамических спин-флуктуационных процессов на область реализации сверхпроводящей d-фазы оказалось более значительным. На рисунке показаны концентрационные зависимости критической температуры, полученные для двух наборов параметров в различных приближениях. Видно, что динамические процессы спин-флуктуационного рассеяния не только существенно меняют область реализации сверхпроводящей фазы, но и могут приводить к ее значительному подавлению.



Зависимости  $T_c(n)$  для двух случаев: пунктир – теория среднего поля; сплошные линии – поведение  $T_c(n)$  при учете спин-флуктуационных процессов ( $J=0.4|t|$ ).

В предельном случае сильных взаимодействий между спиновыми моментами коллективизированных и локализованных электронов, когда спектр фермиевских возбуждений и

магнитная структура  $\text{CuO}_2$  - плоскости ВТСП материалов хорошо моделируется двумерной решеткой Кондо, исследована природа куперовской неустойчивости в подсистеме спиновых поляронов. Показано, что между этими сложными квазичастицами возникают эффективные взаимодействия, приводящие как к индуцированию куперовской неустойчивости, так и к ее подавлению. Вычисленная концентрационная зависимость критической температуры перехода ансамбля спиновых поляронов в сверхпроводящую фазу показывает, что система спиновых поляронов на 2D- решетке Кондо является реальной альтернативной моделью для описания свойств купратных сверхпроводников.

1. Вальков В.В., Дзедзисашвили Д.М. Спин-флуктуационная ренормировка критической температуры сверхпроводящей s-фазы редкоземельных интерметаллидов // ЖЭТФ, - 2008, - Т.134, - Вып. 4, - С. 791-805.
2. Вальков В.В., Головня А.А. Влияние спиновых флуктуаций на сверхпроводящую фазу фермионов Хаббарда  $t-t^*-J^*$  - модели // ЖЭТФ, - 2008, - Т.134, - Вып. 6, - С. 1167-1180.
3. Вальков В.В., Коровушкин М.М., Барабанов А.Ф. Эффективные взаимодействия и природа куперовской неустойчивости спиновых поляронов на 2D решетке Кондо // Письма в ЖЭТФ. - 2008, - Т.88, - Вып. 6, - С.426-430.

## Магнитная структура и магнитные свойства $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$ и $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$

С помощью упругого рассеяния нейтронов изучены магнитные структуры кристаллов  $\text{RFe}_3(\text{BO}_3)_4$  ( $\text{R} = \text{Y}, \text{Ho}$ ). В обоих соединениях обнаружены антиферромагнитные структуры с волновым вектором  $\mathbf{k} = [0, 0, \frac{1}{2}]$ , возникающая при температурах Нееля 37 К и 38 К для Y и Ho соответственно. В  $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$  во всем исследованном температурном интервале магнитная структура представляет собой ферромагнитно упорядоченные легкие плоскости (*a-b*) с антиферромагнитным упорядочением соседних плоскостей. Период магнитной структуры удвоен по оси *c* по сравнению с кристаллической. Такая магнитная структура подтверждается данными антиферромагнитного резонанса.

Более сложная магнитная структура ферробората гольмия  $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$  обусловлена конкуренцией анизотропных вкладов магнитных подсистем железа и гольмия. Ниже  $T_N$

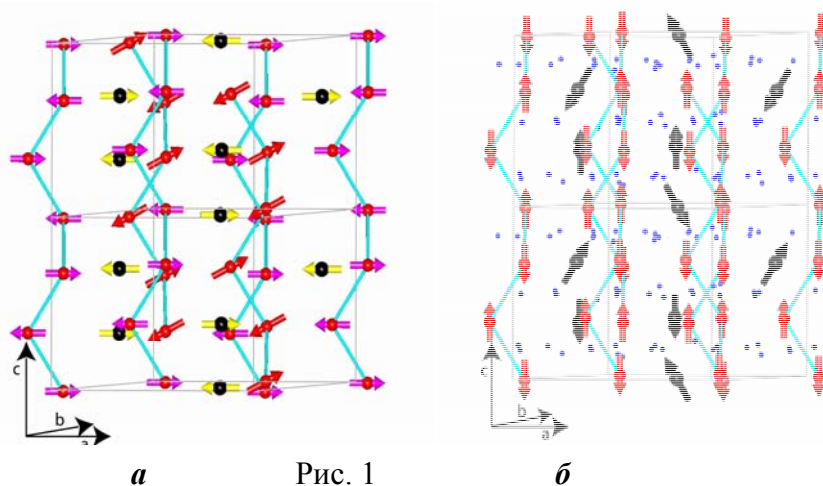


Рис. 1

магнитная структура (рис. 1а), как и в ферроборате иттрия, является легкоплоскостной, но третья часть ионов  $\text{Fe}^{3+}$  имеет ненулевые компоненты магнитных моментов вдоль оси *c* (красные стрелки). При этом магнитные моменты ионов  $\text{Ho}^{3+}$  (желтые стрелки), упорядоченных за счет

обменного взаимодействия с ионами железа, также лежат в базисной плоскости. Конкуренция анизотропных вкладов магнитных подсистем приводит к спонтанной

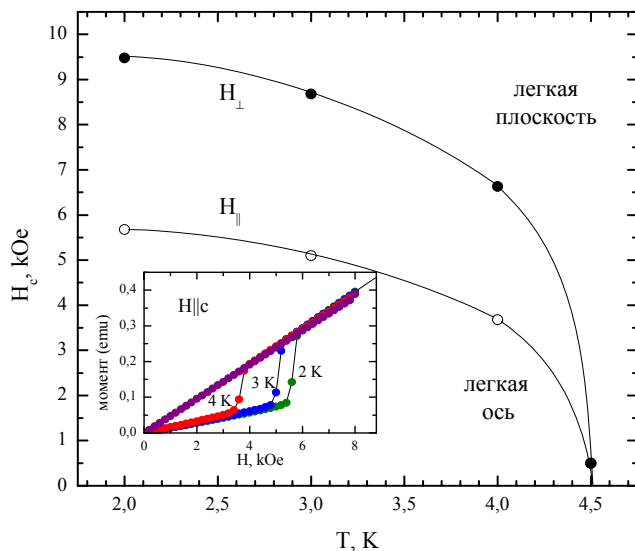


Рис. 2

спиновой переориентации при  $T_{SR} \approx 5\text{K}$ . Ниже этой температуры магнитные моменты всех ионов железа (красные стрелки на рис. 1б) выстраиваются вдоль оси *c*, при этом магнитные моменты ионов гольмия (черные стрелки) преимущественно также ориентированы вдоль этой оси, однако часть ионов имеют значительные компоненты в плоскости (*a-b*).

Установленная магнитная структура  $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$  подтверждается исследованиями магнитных свойств этого кристалла. Обнаружено, что магнитное поле, приложенное как вдоль

ромбоэдрической оси, так и в базисной плоскости, снижает температуру ориентационного перехода. Для обеих ориентаций магнитного поля построены магнитные фазовые диаграммы (рис. 2).

1. Ritter C., Vorotynov A., Pankrats A., Petrakovskii G., Temerov V., Gudim I., Szymczak R. Magnetic structure in iron borates  $RFe_3(BO_3)_4$  ( $R=Y, Ho$ ), a neutron diffraction and magnetization study. J. Phys.: Condens. Matter, - 2008, - v. 20, - p. 365209 (9pp).
2. Панкрац А.И., Петраковский Г.А., Безматерных Л.Н., Темеров В.Л. Антиферромагнитный резонанс и магнитная анизотропия в монокристаллах системы  $YFe_3(BO_3)_4 - GdFe_3(BO_3)_4$ . // ФТТ, - 2008, - т. 50, - В. 1, - С. 77-81.

В ИФ СО РАН совместно с Институтом кристаллографии РАН, Институтом физики высоких давлений РАН и американскими коллегами из Института Карнеги (Вашингтон) и синхротронного центра Аргонской национальной лаборатории исследованы новые электронные переходы в мотовских диэлектриках при высоких давлениях. В монокристаллах  $BiFeO_3$  при высоких давлениях в окрестности 50 ГПа обнаружен переход в металлическое состояние по измерениям сопротивления и спиновый кроссовер по данным рентгеновских эмиссионных спектров. Предложен новый механизм перехода Мотта-Хаббарда, индуцированный спиновым кроссовером, (рис.1). Показано, что спиновый кроссовер термов с  $S=2$  и  $S=1$  индуцирует новый магнитный переход под давлением в окрестности 15 ГПа в монокристаллах  $Fe_3O_4$ , обнаруженный методом рентгеновского кругового дихроизма. Проведено исследование оптических спектров поглощения монокристаллов  $VBO_3$  при воздействии высоких давлений до 70 ГПа, создаваемых в камере с алмазными наковальнями. Обнаружен электронный переход в окрестности 30 ГПа, сопровождаемый резким падением края оптического поглощения от 3.02 до 2.25 эВ и изменением оптических свойств образцов (Рис.2). Величина критического давления, при котором возможен переход в металлическое состояние, оценена равной  $P_{met} \sim 290$  ГПа

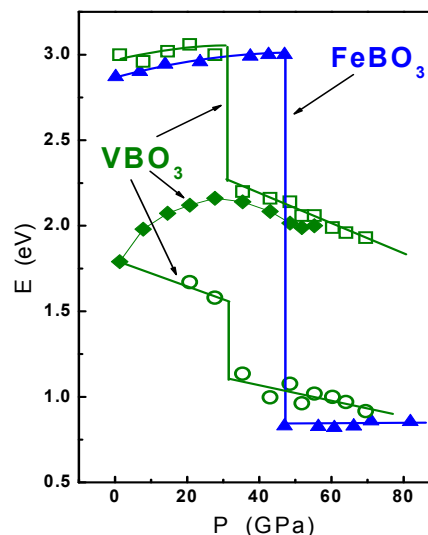
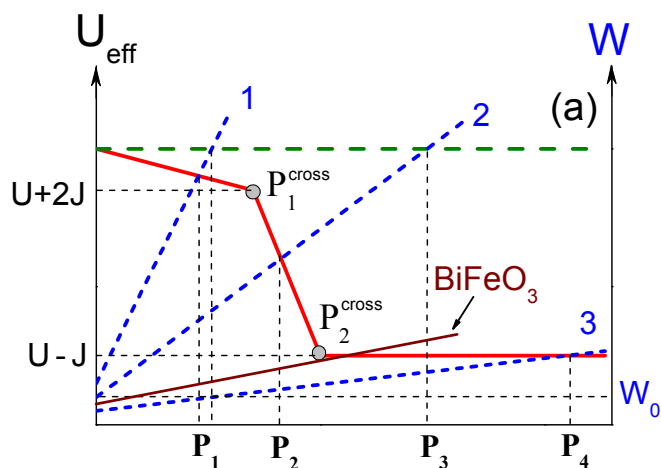


Рис. 1. Подавление сильных корреляций за счет спинового кроссовера для  $Fe(+3)$  иона понижает критическое давление мотовского перехода диэлектрик-металл.

Рис. 2. Скачок края оптического поглощения и энергий возбуждений внутри запрещенной зоны  $VBO_3$  при высоком давлении в сравнении с электронным переходом в  $FeBO_3$ .

1. Gavriluk A.G., Struzhkin V.V., Lyubutin I.S., Ovchinnikov S.G., Hu M.Y., Chow P. Another mechanism for the insulator-metal transition in  $BiFeO_3$  // Phys. Rev. – 2008. – V. 71, p. 155112.
2. Овчинников С.Г. Влияние спиновых кроссоверов на переход Мотта-Хаббарда при высоких давлениях // ЖЭТФ – 2008. – Т. 134, №1, С. 172-178.

3. Ding Y., Haskel D., Ovchinnikov S.G., Tseng Y.-Ch., Orlov Yu.S., Mao N-K. A Novel Magnetic Transition in Magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  between 12-16 GPa // Phys. Rev. Lett. – 2008. – V. 100, p. 045508.
4. Гаврилюк А.Г., Казак Н.В., Овчинников С.Г., Любутин И.С. Электронные переходы в монокристалле  $\text{VBO}_3$  при высоких давлениях // Письма в ЖЭТФ, – 2008. – Т. 88, №11.

## ***Основные результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ИФ СО РАН в 2008 г.***

---

В 2008 году в Институте выполнялись работы в соответствии с утвержденными программами СО РАН по следующим приоритетным направлениям:

**Приоритетное направление 2.1. Актуальные проблемы физики конденсированных сред.**

**Программа 2.1.2. Новые оптические материалы, технологии и приборы, их применение (координатор ак. В.Ф. Шабанов), проекты:**

2.1.2.2. Магнитооптические, фотомагнитные и магнитотранспортные свойства неоднородных материалов и структур, руководитель – д.ф.-м.н. Н.В. Волков, р.н. 01.2.007 05146.

2.1.2.3. Фотоннокристаллические материалы и устройства для опто-электроники, СВЧ-техники и нанофотоники, руководители д.ф.-м.н. В.Я. Зырянов, д.т.н. Б.А. Беляев, р.н. 01.2.007 05148.

**Приоритетное направление 2.2. Физическое материаловедение.**

**Программа 2.2.1. Физика магнитных явлений, магнитные материалы и структуры (координатор ак. К.С. Александров), проекты:**

2.2.1.1. Экспериментальные и теоретические исследования физических свойств диэлектрических физических свойств диэлектрических, сегнетоэлектрических и сегнетоэластических материалов в виде монокристаллов, керамик, стекол и наноструктур, руководитель - академик К.С. Александров, р.н. 01.2.007 05143.

2.2.1.2. Теория основного состояния, спектра возбуждений и кинетических свойств сильно коррелированных материалов и неоднородных нано-структурных сред, руководитель – д.ф.-м.н. В.В. Вальков, р.н. 01.2.007 05149

2.2.1.3. Исследование магнитных, резонансных и транспортных свойств неметаллических магнетиков, руководитель – д.ф.-м.н. Г.А. Петраковский, р.н. 01.2.007 05145

2.2.1.4. Нанокристаллические и низкоразмерные магнетики, руководитель – д.ф.-м.н. С.Г. Овчинников, р.н. 01.2.007 05147.

**Приоритетное направление 2.5. Современные проблемы радиофизики и акустики.**

**Программа 2.5.1. Радиофизические методы диагностики окружающей среды (координатор чл.-к. РАН В.Л. Миронов), проект:**

2.5.1.1. Диэлектрическая спектроскопия природных сред в радиоволновом диапазоне частот, руководитель – чл.-корр. В.Л. Миронов, р.н. 01.2.007 05144.

## Проект 2.1.2.2. Магнитооптические, фотомагнитные и магнотранспортные свойства неоднородных материалов и структур

Данный проект выполнялся в следующих лабораториях ИФ СО РАН:

1. Лаборатория радиоспектроскопии и спиновой электроники
2. Лаборатория магнитодинамики
3. Лаборатория сильных магнитных полей

Основная цель работ выполняемых в рамках настоящего проекта – комплексное исследование новых магнитных материалов и структур с наноразмерными неоднородностями для выяснения природы формирования магнитного состояния, взаимосвязи оптических, магнитных и электрических свойств. Исследования проводятся на таких системах как: 1) монокристаллы марганцевых оксидов со смешанной валентностью ионов Mn; 2) многослойные магнитные пленки с немагнитными прослойками; 3) гранулированные системы и композиты на основе манганитов и ВТСП, 4) композитные жидкокристаллические пленки.

### 1. Гранулированные системы на основе материалов манганитов

*Изучение особенностей электронных и магнитных свойств манганитов с гранулированной структурой. Изучение эффектов СВЧ детектирования и других эффектов спин-зависимого транспорта в магнитных гранулированных материалах на основе манганитов.*

1. Проведены исследования транспортных свойств многослойной структуры, включающей в себя тонкую пленку манганита: манганит/обедненный слой/силицид марганца. Обедненный слой манганита в структуре формирует потенциальный барьер между верхним проводящим слоем манганита (LSMO) стехиометрического состава и нижней проводящей пленкой MnSi. Исследования были выполнены в СІР геометрии (транспортный ток в плоскости структуры). Вольт-амперные характеристики показывают нелинейное поведение, вызванное переключением токового канала из верхнего слоя структуры – пленки манганита в более проводящий нижний слой – пленку MnSi, при увеличении тока смещения, прикладываемого к структуре (см. Рис. 1). Ток смещения способствует туннелированию

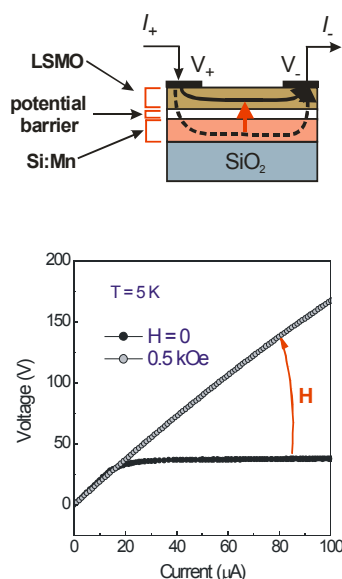


Рис.1

носителей заряда через обедненный слой манганита, устанавливая контакт с низким сопротивлением между токовыми электродами, прикрепленными к верхней пленке манганита, и высокопроводящим нижним слоем. При температуре ниже 30 К слой манганита и MnSi находятся в ферромагнитном состоянии (реализуется магнитный туннельный переход). Это позволит управлять сопротивлением туннельных контактов и, следовательно, переключением токовых каналов с помощью магнитного поля. Последнее фактически определяет новый механизм магнитосопротивления, реализующийся в гибридной магнитной туннельной структуре в СІР геометрии. Магнитосопротивление для исследуемой структуры превышает 400 % в магнитном поле менее 500 Э. Положительная величина магнитосопротивления определяется особенностями спин-поляризованной

электронной структуры материалов манганита и силицида марганца.

2. Проведены исследования частотных зависимостей эффекта микроволнового детектирования гранулированного образца манганита, представляющего собой кооперативную систему туннельных магнитных контактов. Поведение магнитоиндуцированного эффекта детектирования в зависимости от частоты СВЧ излучения подтверждает предложенный ранее механизм для эффекта, основанный на взаимосвязи спиновой динамики (магнитного резонанса) отдельных гранул, формирующих туннельные контакты и спин-поляризованного тока через такие контакты.

1. N.V. Volkov, E.V. Eremin, K.A. Shaykhutdinov, V.S. Tsikalov, M.I. Petrov, D.A. Balaev, S.V. Semenov. The magnetic-field-driven effect of microwave detection in a manganite granular system J. Phys. D: Appl. Phys. v. **41** 015004 (8 pp) (2008).

2. N V Volkov, E V Eremin, V S Tsikalov, G S Patrino, P D Kim, Yu Seong-Cho, Dong-Hyun Kim and Nguyen Chau. Current-driven channel switching and colossal positive magnetoresistance in the manganite-based structure // Journal of Physics D: Applied Physics (в печати, 2008).

## **2. Исследование новых кристаллов марганцевых оксидов со смешанной валентностью ионов Mn.**

*Синтез и комплексное исследование магнитных и электронных свойств перспективных материалов спинтроники - марганцевых оксидов со смешанной валентностью ионов марганца  $Mn^{3+}/Mn^{4+}$ :  $Pb_3Mn_7O_{15}$ .*

Выполнены исследования удельной теплоемкости монокристаллов  $Pb_3Mn_7O_{15}$  без магнитного поля и в магнитном поле до 7 Т. В температурном интервале 210-260 К наблюдается избыточный, по отношению к решеточному, вклад в теплоемкость немагнитной природы. Особенность связана с процессом зарядовой локализации в системе  $Mn^{3+}$ - $Mn^{4+}$  ионов, что подтверждается измерениями комплексной диэлектрической проницаемости и транспортных свойств. На температурной зависимости теплоемкости наблюдаются также три ярко выраженные аномалии, соответствующие изменениям в магнитной подсистеме кристалла. Широкий максимум при 150 К соответствует формированию ближнего магнитного порядка. Процесс формирования ближнего порядка довольно интенсивный, о чем свидетельствует значительная величина потерь энтропии, сопровождающая изменения в магнитном состоянии. Яркий выраженный лямбда-пик при 70 К указывает на возникновение дальнего антиферромагнитного порядка. Дополнительный магнитный вклад в теплоемкость обнаруживается ниже 30 К и определяется изменением магнитной структуры кристалла, природа таких изменений пока не ясна. Полное изменение энтропии во всем диапазоне температур оказывается меньше, ожидаемого для полностью упорядоченной Mn подсистемы кристалла. Это, позволяет предположить, что магнитная подсистема не полностью упорядочена вплоть до низких температур.

1. N.V. Volkov, K. A. Sablina, O. A. Bayukov, E. V. Eremin, G. A. Petrakovskii, D. A. Velikanov, A. D. Balaev, A. F. Bovina, P. Böni, E. Clementyev. Magnetic Properties of Mixed-valence Manganese Oxide  $Pb_3Mn_7O_{15}$  Journal of Physics: Condensed Matter, v. **20**, 055217 (6pp) (2008).

2. N.V. Volkov, K.A. Sablina, E.V. Eremin, P. Böni, V.R. Shah, I.N. Flerov, A. Kartashev, J.C. E. Rasch, M. Boehm, J. Schefer. Heat Capacity of a Mixed-Valence Manganese Oxide  $Pb_3Mn_7O_{15}$ . Journal of Physics: Condensed Matter, v. **20**, 445214 (5pp) (2008).

### 3. Многослойные магнитные пленки.

Отработка технологии получения многослойных пленок с чередующимися слоями переходных 3d- или 4f- металлов и слоёв из: полуметалла, полупроводников, сверхпроводника; методами радиочастотного, магнетронного распыления и вакуумного испарения. Исследование структурных, магнитных, резонансных, магнитооптических и электрических свойств, а также динамических аспектов спин-зависимого транспорта при комбинированном внешнем воздействии.

1. Проведены технологические исследования пленочных материалов на подложках различного типа методами ионно-плазменного напыления. Были синтезированы пленки: Ni/Ge, NbGe, Co/Ge/Co, FeNi/Cu/CoO. Особое внимание уделяется достижению «сплошности» пленок и совершенству интерфейса. Исследование микротопографии поверхности проводится с помощью сканирующего атомного силового микроскопа высокого разрешения.

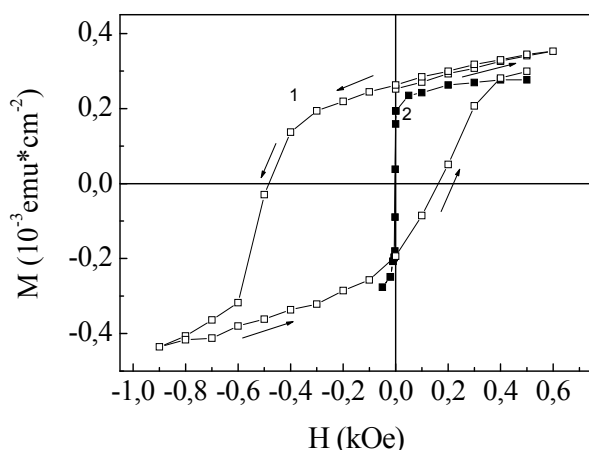


Рис. 2

В пленках Ni/Ge исследовались (совместно с лаб. ФМЯ ИФ СО РАН) магнитные свойства и при низких температурах обнаружена асимметрия петли гистерезиса (см. Рис. 2). Анализ причин такого поведения приводит к выводу, что в двухслойных пленках формируется интерфейс переменного химического состава, обусловленный взаимной диффузией Ni и Ge. Со стороны слоя Ni имеется обогащение Ni и образуется соединение сходное с Ni<sub>3</sub>Ge, имеющее ферромагнитный порядок. Таким образом, пару слой Ni-Ni<sub>3</sub>Ge слой в интерфейсе можно рассматривать, как структуру, состоящую из магнитомягкого

(Ni) и магнито жесткого (Ni<sub>3</sub>Ge) слоев.

2. Исследовались эффекты обменного смещения в пленочных структурах Co/Cu/Co и Fe/Cu/CoO в зависимости от толщины проводящего слоя меди. Обнаружен ярко выраженный характер величины обменного смещения от толщины медной прослойки. Обнаружено, что при высокой температуре (вблизи температуры Нея) обменное смещение меняет знак с изменением температуры.

3. Методом вакуумного осаждения синтезированы трехслойные и четырехслойные пленочные структуры Co/Ti-O. Проведены исследования магнитооптических свойств в зависимости от толщин магнитного и диэлектрического слоев, а также количества слоев. Показано изменение характера магнитооптического керровского спектра в 4<sup>х</sup> слойных структурах и увеличение угла керровского вращения во всей области спектра со значительным усилением в коротковолновой области (4-5

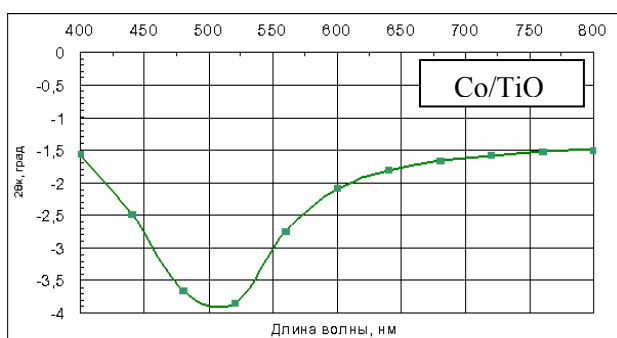


Рис. 3

раз ) в сравнение с обычными пленками кобальта. В 3<sup>х</sup> слойных структурах обнаружено 10-кратное резонансное увеличение угла керровского вращения в области длин волн 500-520 нм. На Рис. 3 приведена спектральная зависимость угла керровского вращения для 3<sup>х</sup> слойной пленочной структуры Co/TiO.

4. Проведены исследования определения эффективной толщины интерфейса в обменносвязанной ферро-ферритмагнитной пленочной структуре DyCo/NiFe. Для объяснения экспериментально наблюдаемых величин поля смещения и зависимости  $H_E = f(1/t_{FM})$  ( $t_{FM}$  – толщина магнитомягкого слоя) предложена модель формирования

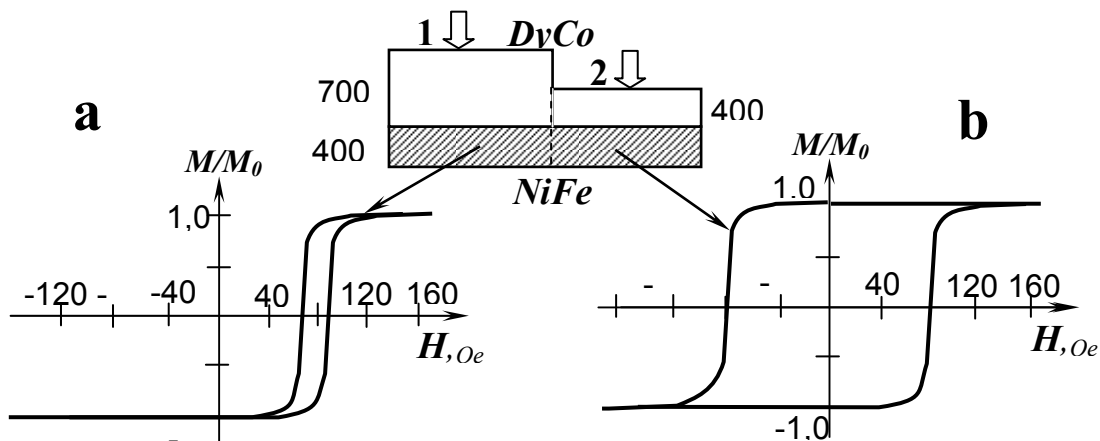


Рис .4

однаправленной анизотропии, которая предполагает образование интерфейса в магнито жестком слое. В данной работе представлены результаты исследований эффективной толщины интерфейса в обменносвязанной ферро-ферритмагнитной пленочной структуре. В этой структуре роль магнито жесткого слоя выполняют аморфные сплавы редкоземельных и переходных металлов (РЗМ-ПМ) с намагниченностью РЗМ-ПМ слоя нормальной к плоскости образца. Ранее было показано, что существует критическая толщина магнито жесткого слоя ( $t_{cr}$ ), при которой исчезает одна направленная анизотропия. При этом магнито жесткий слой необратимо перемагничивается вместе с магнито мягким слоем, что приводит к увеличению коэрцитивной силы пленки (Рис.4,а-б).

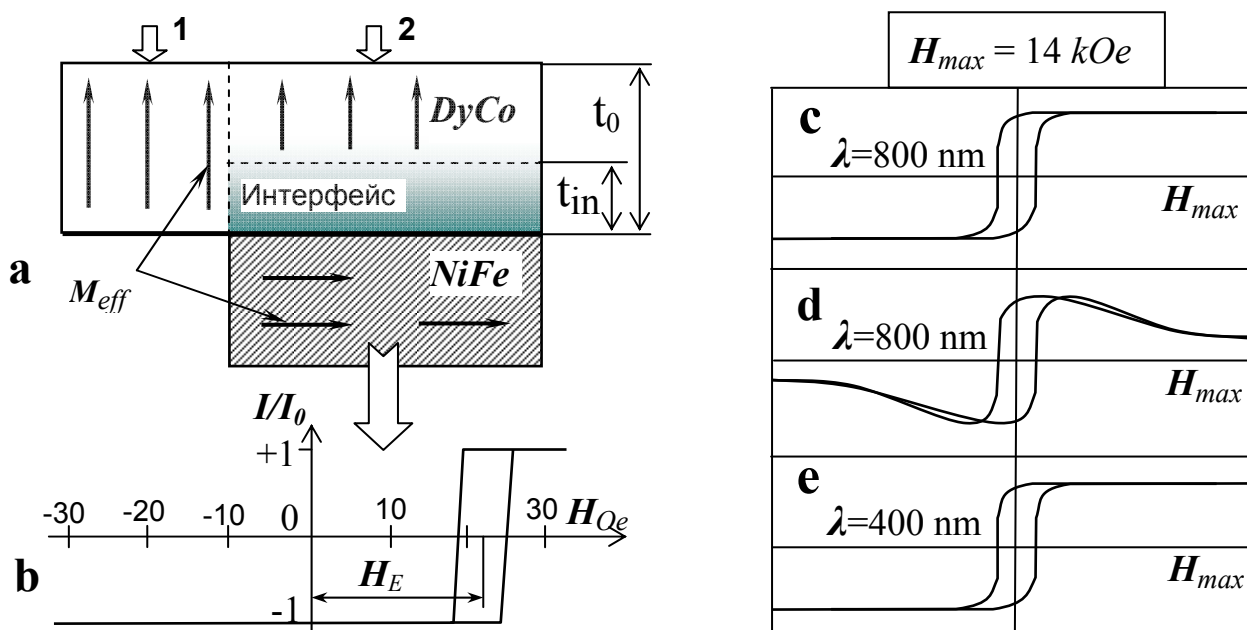


Рис. 5

Это происходит, когда выполняется условие  $t_A = t_{cr} = \Delta\sigma/K_A$ . В нашем случае, для определения толщины интерфейса использовались спектральные зависимости магнитооптических эффектов пленочных структур DyCo/NiFe представляющих собой совмещенные на одной подложке однослойную DyCo (контрольную) и двухслойную DyCo/NiFe пленки (Рис.5,а). На Рис.5,б приведена индукционная петля гистерезиса с NiFe – слоя. Магнитооптические (МО) петли гистерезиса снятые в нормальном к плоскости пленки магнитном поле в диапазоне длин волн 400-800 нм, приведены на рис.5(с-е). На рис.5,с приведена МО петля гистерезиса с контрольной пленки DyCo. Вид петли указывает на то, что эффективная намагниченность направлена вдоль нормали к плоскости пленки. На рис.5(д-е) показаны петли гистерезиса для DyCo слоя на  $\lambda = 800$  нм и 400 нм. При  $\lambda = 800$  нм форма петли отличается от петли с контрольной пленки наличием изгиба в  $H > 10$  кЭ. Это связывается с тем фактом, что в этих полях намагниченность слоя NiFe устанавливается вдоль нормали к пленке. При этом изменяется и магнитное состояние в граничных с NiFe слоях DyCo (в интерфейсе). При уменьшении длины волны падающего света величина этого изгиба уменьшается, и при  $\lambda = 400$  нм форма петель с DyCo слоя и с контрольной пленки совпадают (рис.5,е). Данные рис.4 также показывают, что величины МО эффектов для этих пленок совпадают при  $\lambda \sim 400$  нм. Если считать, что в этом случае мы снимаем сигнал с части магнито жесткого слоя, не подверженного влиянию NiFe слоя, то оценив глубину проникновения света  $\delta$  для  $\lambda = 400$  нм, мы можем определить и толщину интерфейса  $t_{in} = t_0 - \delta$  (см. рис.5,а).

Из проведенных исследований была вычислена толщина интерфейса для пленочной структуры DyCo/NiFe, которая равна  $t_{in} \sim 400 \text{ \AA}$ .

Проведены исследования магнитных свойств трехслойной системы, состоящей из магнито жесткой и магнито мягкой ферромагнитных пленок, разделенных проводящим немагнитным промежуточным слоем толщиной в несколько нанометров. Определены зависимости коэрцитивной силы ( $H_c$ ) и поля смещения ( $H_{ds}$ ) от толщины промежуточного слоя. Также определены зависимости величины  $H_c$  и  $H_{ds}$  используемой пленочной

системы от толщины магнитомягкого слоя, которые имеют немонотонный характер, причем величина коэрцитивной силы имеет ярко выраженный минимум в области  $\sim 130 \text{ \AA}$ . При определенных начальных условиях в данной системе наблюдается магнитное последствие, которое приводит к изменению петли гистерезиса и ее смещения в зависимости от времени перемангничивания.

5. Методом термовакuumного напыления синтезированы мультислойные пленки NiFe/SiO. Проводилось исследование их магнитных и СВЧ-свойств. В частности изучалось влияние числа и толщины слоев NiFe и SiO в структуре NiFe/SiO на такие параметры, как коэрцитивная сила  $-H_c$ , поле анизотропии  $H_A$ , ширина линии ФМР-  $\Delta H$ . Определены технологические условия получения таких структур с оптимальными параметрами для устройств измерительной техники (магнитометры слабых магнитных полей). Проводился комплекс работ по синтезу нанокomпозитных и сложно-оксидных пленочных структур. Исследовались их магнитные, электрические и магнитооптические свойства.

1. Эдельман И.С., Патрин Г.С., Великанов Д.А., Черниченко А.В., Турпанов И.А., Бондаренко Г.В. *Влияние границы раздела на магнитные свойства двухслойных Ni-Ge пленок*. // Письма в ЖЭТФ.-2008.-Т.87.-В.5.-С.311-314.
2. Патрин Г.С., Полякова К.П., Патрушева Т.Н., Великанов Д.А., Балаев Д.А., Патрин К.Г., Клабуков А.А. *Пленки манганита  $Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ , полученные экстракционно-пиролитическим методом*. // Известия РАН. Сер. Физическая.-2008.-Т.72.-№ 8.-С.1221-1223.
3. Эдельман И.С., Жигалов В.С., Иванцов Р.Д., Середкин В.А., Жарков С.М., Прокофьев Д.Е., Фролов Г.И., Бондаренко Г.Н. *Наногранулированные пленки Co-Sm-O: структура, магнитные и магнитооптические свойства* // ФТТ.- 2008.-Т.50.-В.11.-С.2021-2026.
4. Исхаков Р.С., Середкин В.А., Столяр С.В., Яковчук В.Ю., Фролов Г.И., Бондаренко Г.В., Чеканова Л.А., Поляков В.В. *Особенности однонаправленной анизотропии в обменносвязанных пленочных структурах NiFe/DyCo* // Письмах в ЖТФ.-2008.-Т.34.-В.13.-С.75-81
5. Жигалов В.С., Мягков В.Г., Соловьев Л.А., Бондаренко Г.Н., Быкова Л.Е. *Твердофазный синтез эпитаксиальных  $Co_5Sm(110)/MgO(001)$  нанопленок: структурные и магнитные свойства* // Письма в ЖЭТФ.- 2008.-Т. 88.-В.6.-С.445-449.
6. Мягков В.Г., Быкова Л.Е., Бондаренко Г.Н., Жигалов В.С. *Твёрдофазный синтез твёрдых растворов в Cu/Ni(001) эпитаксиальных наноплёнках* // Письма в ЖЭТФ.- 2008.-Т.88.-В.8.-С.591-595.
7. Эдельман И.С., Иванова О.С., Поляков В.В., Полякова К.П., Баюков О.А. *Эволюция структуры и магнитооптические свойства пленок  $Mn_xFe_{3-x}O_4$ , полученных методом твердотельных реакций*. // ФТТ.- 2008.-Т.50.-В.12.-С.2181-2186.
8. Эдельман И.С., Иванова О.С., Поляков В.В., Полякова К.П., Баюков О.А. *Эволюция структуры и магнитооптические свойства пленок  $Mn_xFe_{3-x}O_4$ , полученных методом твердотельных реакций*. // ФТТ.- 2008.-Т.50.-В.12.-С. 2181-2186.
9. Edelman I., Ovchinnikov S., Markov V., Kosyrev N., Seredkin V., Khudjacob A., Bondarenko G., Kesler V. *Room-temperature ferromagnetism in Dy films doped with Ni* // Physica B .- 2008.-V.403.-С.3295-3301.
10. Song Y.Y., Kim D.H., Yu S.C., Kim P.D., Turpanov I.A., Lee L.A., Buzmakov A.E., Lee K.W. // *Observation of non-monotonic oscillatory interlayer coupling in Co/Cu/CoO films*. // J. Appl. Phys.-2008.-V.105.-P.07C1121-07C1123.

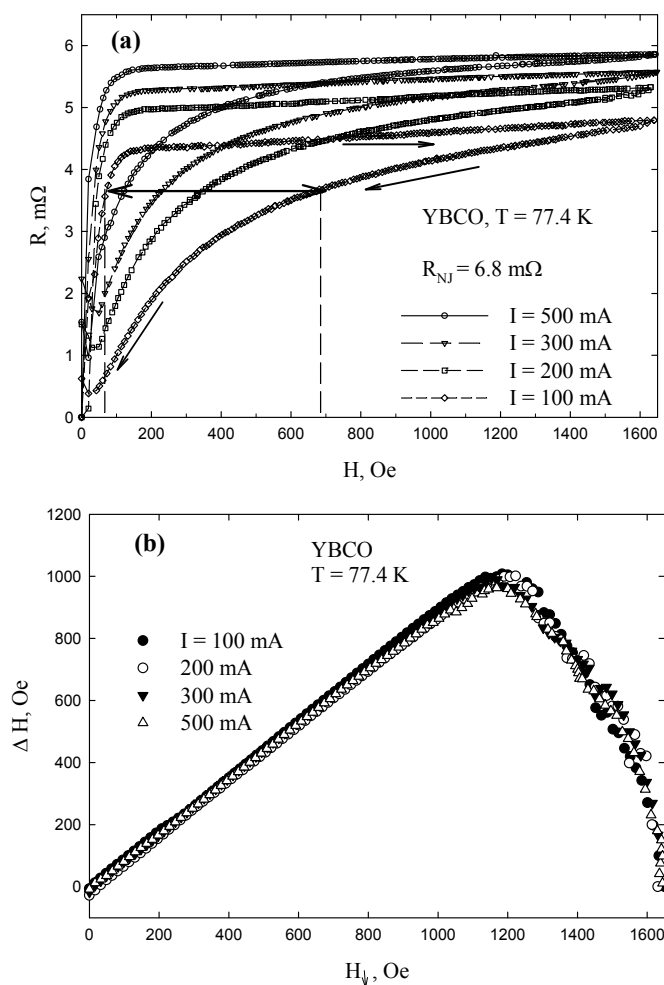


Рис. 6. Гистерезисные зависимости  $R(H)$  гранулярного  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (а). Стрелки показывают направление изменения внешнего поля  $H$ . На (b) показана зависимости полевой ширины гистерезиса  $R(H)$  –  $\Delta H$  от внешнего поля для данных (а).

#### 4. Исследование механизмов диссипации в джозефсоновской среде на основе ВТСП.

а) Исследованы гистерезисные зависимости магнитосопротивления  $R(H)$  гранулярных ВТСП классических систем ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ,  $\text{Bi}_{1.8}\text{Pb}_{0.3}\text{Sr}_{1.9}\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$  и  $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$ ). Показано, что предложенный авторами ранее [ЖЭТФ, 2007, Т. 132, вып. 6, с. 1340-1351] параметр – полевая ширина гистерезиса магнитосопротивления является универсальным, независящим от транспортного тока параметром, характеризующим внутригранульный пиннинг и сжатие магнитного потока в межгранульной среде. Это указывает на то, что доминирующим механизмом, определяющим гистерезис  $R(H)$  в классических ВТСП системах в виде поликристаллов, является захват магнитного потока в ВТСП гранулах и влияние магнитных моментов ВТСП-гранул на магнитную индукцию в межгранульной среде. Пиннинг джозефсоновских вихрей не оказывает существенного влияния на

гистерезисное поведение  $R(H)$ , а диссипация определяется процессами течения джозефсоновских вихрей в межгранульной среде.

На рисунке 6 приведены типичные гистерезисные зависимости  $R(H)$  для иттриевой (а) керамики при различных величинах транспортного тока и показан пример определения полевой ширины гистерезиса  $R(H) - \Delta H$ . На (b) показана зависимость  $\Delta H$  от магнитного поля  $H$  для данных (а). Подобные результаты получены и для других исследованных систем.

Балаев Д.А., и др. *Механизм гистерезисного поведения магнитосопротивления гранулярных ВТСП. Универсальность полевой ширины гистерезиса магнитосопротивления, ЖЭТФ, принято к публикации, 2009, Т. 135. вып.1.*

**б)** Исследована временная эволюция магнитосопротивления гранулярных ВТСП (классических систем  $YBa_2Cu_3O_7$  и  $Bi_{1.8}Pb_{0.3}Sr_{1.9}Ca_2Cu_3O_x$ , а также композитов на основе  $YBa_2Cu_3O_7$ ). Показано, что эффект релаксации остаточного сопротивления гранулярного ВТСП после воздействия магнитного поля вызван только релаксацией магнитного потока в ВТСП гранулах, и, как следствие, уменьшением магнитной индукции в межгранульной среде, а транспортный ток регулирует “чувствительность” отклика электросопротивления и остаточного сопротивления на величину магнитной индукции в межгранульной среде. Впервые обнаружена смена характера временной эволюции электросопротивления гранулярного ВТСП (как композитов, так и «чистых» ВТСП  $Y_{3/4}Lu_{1/4}Ba_2Cu_3O_7$ ) в постоянном внешнем магнитном поле. При возрастании, а затем остановке внешнего поля магнитосопротивление релаксирует (уменьшается с течением времени). При уменьшении, а затем остановке поля сопротивление возрастает, а в области полей, меньших точки минимума обратного хода зависимости  $R(H)$ , магнитосопротивление снова релаксирует с течением времени.

1. Balaev D.A., Dubrovskiy A.A., Shaykhutdinov K.A., Popkov S.I., Petrov M.I. Peculiarities of the time evolution of magnetoresistance of granular HTSC in a constant applied magnetic field // Solid State Communications – 2008 – V. 147, p. 284-287.

2. Балаев Д.А., Дубровский А.А., Попков С.И., Шайхутдинов К.А., Петров М.И. Механизм релаксации остаточного электросопротивления гранулярных ВТСП после воздействия магнитного поля на примере композитов Y-B-C-O + CuO. // ФТТ – 2008 – Т. 50, № 6, стр. 972-979

## **5. Исследование микроструктуры и физических свойств объемных ВТСП низкой плотности и композитов на их основе.**

Предложен новый метод приготовления объемных текстурированных керамик  $Bi2223$  и композитов  $Bi2223 + Ag$ , основанный на прессовании при комнатной температуре вспененного предшественника ( $Bi2223$ ,  $Bi2223 + Ag$ ) в жидкой среде. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноструктурный анализ подтвердили высокую степень текстуры образцов. Магнитные измерения, проведенные в направлениях  $H || c$  и  $H || a\_b$  плоскостям кристаллов  $Bi2223$  показали анизотропию намагниченности, подтверждающую текстуру керамик. Полученные материалы обладают значительным диамагнитным откликом в направлении  $H || a\_b$  кристаллов  $Bi2223$  и при 77.4 К, и при 4.2 К.

Petrov M.I., Belozerova I.L., Shaykhutdinov K.A., Balaev D.A., Dubrovskii A.A., Popkov S.I., Vasil'ev A.D., and Mart'yanov O.N. Preparation, microstructure, magnetic and transport properties

## 6. Кристаллографически управляемый пиннинг в ВТСП со структурой 1-2-3.

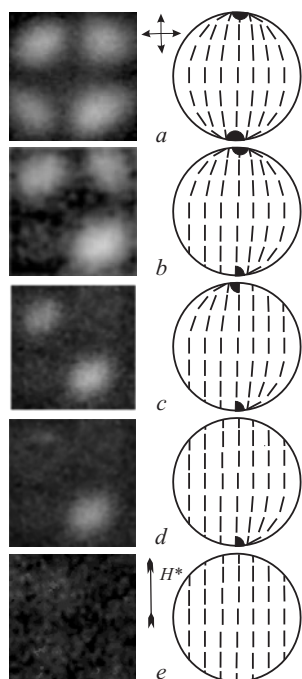
Проведено исследование внутригранульного пиннинга в высокотемпературном сверхпроводнике  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , легированном малыми концентрациями редкоземельных элементов La, Ce, Pr. Синтезированы соединения с концентрациями примесей, такими что среднее расстояние между примесями в плоскости редкоземельных элементов кратно постоянной решетки. Магнитные и транспортные измерения образцов показали, что максимальный пиннинг наблюдается на образцах с концентрацией гетеровалентных примесей  $x = 0.0156$ . Такая концентрация соответствует среднему расстоянию между примесями 3 nm, т.е диаметру абрикосовских вихрей в YBCO.

Petrov M.I., Gokhfeld Yu.S., Balaev D.A., Popkov S.I., Dubrovskiy A.A., Gokhfeld D.M., Shaykhutdinov K.A. Pinning enhancement by heterovalent substitution in  $\text{Y}_{1-x}\text{RE}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  // Supercond. Sci. Technol. – 2008. – V. 21. - P. 085015.

## 7. Изучение особенностей электронных и магнитных свойств манганитов с гранулированной структурой.

Экспериментально исследованы магниторезистивные свойства гранулярного  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$  в широком интервале температур и магнитных полей. Основное внимание было уделено аномально большому гистерезису магнитосопротивления в области низких температур ( $T = 4.2$  K). Наблюдаемый вид  $\rho(H)$  качественно может быть объяснен эффектами спин-зависимого туннелирования электронов через диэлектрические границы проводящих гранул, имеющих широкую функцию распределения по величине магнитных моментов.

Шайхутдинов К.А., Семенов С.В., Балаев Д.А., Петров М.И., Волков Н.В. Гистерезис магнитосопротивления в гранулярном  $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$  при низких температурах // ФТТ, Т. 51 №4, 734, (2009).



## 8. Исследование динамики ЖК композитов в сильных импульсных магнитных полях. Развитие методики магнитооптических исследований ориентационных превращений в ЖК материалах с использованием импульсов магнитного поля.

Обнаружен фазовый переход биполярная – однородная структура в каплях нематического жидкого кристалла 4-н-пентил-4'-цианобифенила (5ЦБ), сформированных в полимерной матрице поливинилбутираль (ПВБ) в присутствии магнитного поля. Переход обладает особенностями фазового перехода второго рода с двумя минимумами свободной энергии нематика, промежуточными структурами и флуктуациями параметра порядка. Флуктуации имеют макроскопический масштаб  $\sim$

Рис. 7

$3 \div 7.5$  мкм и представляют собой циклические изменения структуры локальных областей капли с периодом  $\sim 0.5 \div 3.5$  с.

Динамика структурного фазового перехода, происходящего в при отсутствии поля в капле нематика 5ЦБ диаметром 15 мкм представлена на рис. 7. Образец был приготовлен при фазовом разделении в присутствии магнитного поля  $H^* = 4$  кЭ, причем ось капли в процессе формирования совпадала с направлением поля. Направления поляризаторов показаны двойными стрелками.

Получено выражение, которое показывает, что переход зависит от времени релаксации нематика  $\tau$ , анизотрии капли  $l$ , вращательной вязкости  $\gamma_1$  и константы упругости  $K$

$$\tau = \frac{\gamma_1 R^2}{K(l^2 - 1)}. \quad (1)$$

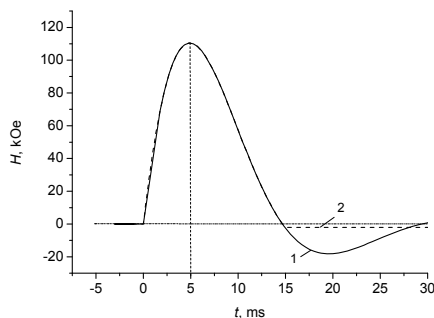


Рис. 8

При использовании данных для нематика 5ЦБ  $\gamma_1 = 0.82$  Пз;  $K = 6 \times 10^{-7}$  дин;  $l = 1.4$ ;  $R = 5$  мкм получено значение  $\tau = 356$  мс.

Экспериментальное определение времени релаксации 5ЦБ в матрице ПВБ осуществлялось с помощью импульсной установки магнитного поля энергоемкостью 60 кДж. Поле создавалось разрядом батареи конденсаторов на соленоид. Импульс имеет колоколообразную форму (Рис. 8). При разряде батареи через контактор импульс содержит отрицательный полупериод, что характерно для колебательного разряда конденсатора через  $RL$  – цепь (кривая

1). Если в качестве разрядника использовать тиристор, отрицательный полупериод обрезаается (кривая 2). Оптический отклик света, проходящего через пленку ЖК, капсулированного полимером, представлен на рис.9. Из графика определялись времена нарастания и спада импульса магнитного поля. Измеренное время релаксации нематика составило  $\tau_c = 350$  мс. Данное значение находится в хорошем соответствии с рассчитанным временем релаксации нематика.

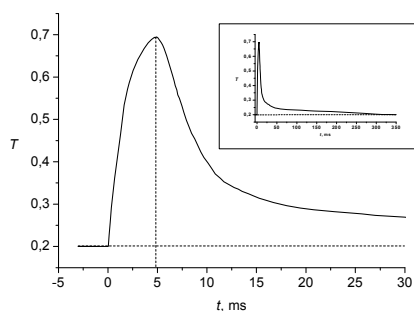


Рис. 9

1. В.Г. Назаров, А.М. Паршин. Равновесные структуры в каплях нематика, капсулированных полимером по растворной технологии в магнитном поле. Жидкие

кристаллы и их практическое использование. (2007) № 3 С. 92-99.

2. А.М. Паршин, В.А. Гуняков, В.Я. Зырянов, В.Ф. Шабанов // Формирование полимерного ориентирующего покрытия в жидкокристаллических ячейках с использованием магнитного поля // Письма в ЖТФ, (2008) Т. 34, С. 62 - 68.

3. О.О. Prishepa, А.М. Parshin, А.В. Shabanov and V.Ya. Zyryanov // Magneto-optical study of Fredericksz threshold in polymer dispersed nematic liquid crystals // Mol. Cryst. Liq. Cryst. (2008) V. 488 P. 309-316.

## ПРОЕКТЫ И ПРОГРАММЫ дополнительной поддержки проводимых исследований

1. РФФИ (грант № 08-02-00397-а) «Синтез и физические свойства многослойных магнитных пленок с прослойкой из материала с неметаллическим типом проводимости

- (полуметаллы, полупроводники, сверхпроводники)» (совместно с ИИФиРЭ СФУ). Г.С. Рук. Патрин
2. РФФИ (грант № 07-02-01172-а) «СВЧ-свойства и спектр спин-волнового резонанса в пленках наногранулярных ферромагнетиков и планарных нанокомпозитов» (совместно с лаб. ФМП). Рук. Р.С. Исхаков.
  3. Комплексный (интеграционный) проект СО РАН № 3.5. «Создание гетероструктур полупроводник/магнитный металл методами МЛЭ и исследование их физических свойств». Руководитель С.Г. Овчинников (совместно с лаб. ФМЯ)
  4. РФФИ «Енисей» 07-02-96801. Фазовое расслоение в манганитах с колоссальным магнитосопротивлением: исследование методами диэлькометрии и спектроскопии комбинационного рассеяния света Рук. Н.В. Волков (совместно с лаб. МС и КФ)
  5. РФФИ 08-02-00259-а «Эффекты спин-зависимого транспорта в гранулированных системах на основе материалов манганитов» Рук. Н.В. Волков (совместно с лаб. МД и СМП)
  6. Комплексный интеграционный проект СО РАН № 3.7. Рук. А.Н. Втюрин
  7. Программа ОФН РАН 2.4.2 «Спин-зависимые эффекты в твердых телах и спинтроника», проект - «Транспортные, резонансные и оптические свойства соединений и магнитных гетероструктур с гигантским магнитосопротивлением». Рук. Г.А. Петраковский.
  8. Программа Президиума РАН № 3.4. «Квантовая макрофизика», рук. К.А. Шайхутдинов
  9. Комплексный интеграционный проект СО РАН № 3.4. Рук. К.А. Шайхутдинов

### Проект 2.1.2.3. Фотоннокристаллические материалы и устройства для опто-электроники, СВЧ-техники и нанофотоники

Данный проект выполнялся в следующих лабораториях Института:

1. Лаборатория молекулярной спектроскопии
2. Лаборатория когерентной оптики
3. Лаборатория ЭДиСВЧЭ

**Исследование особенностей управления спектральными свойствами мультислойного фотонного кристалла с жидкокристаллическим дефектом при использовании ориентационного S-эффекта в планарно ориентированном слое нематика.**

Рассмотрены особенности прохождения света через мультислойный фотонный кристалл (ФК) с оптически анизотропным дефектом, помещенный между скрещенными поляризаторами. Исследована интерференция поляризованных компонент дефектных мод, возникающая при их спектральном совмещении. Предложен и на примере фотонного кристалла с дефектным слоем нематического жидкого кристалла (Рис.1) экспериментально продемонстрирован электрооптический эффект поочередного усиления и гашения проходящего излучения в зависимости от разности порядковых номеров интерферирующих дефектных мод.

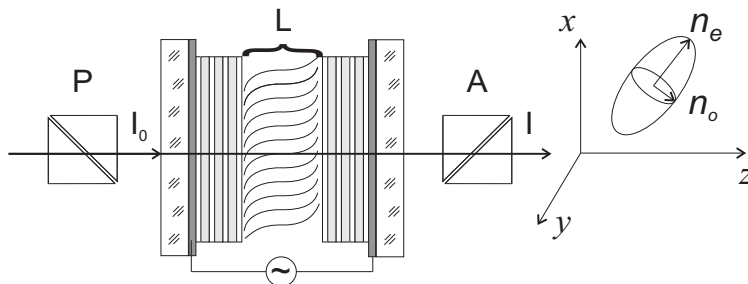


Рис. 1. Схема электрооптической ячейки, состоящей из одномерного фотонного кристалла, помещенного между скрещенными поляризаторами **Р** и **А**. Мультислойные зеркала сформированы на подложках с прозрачными электродами. Зазор толщиной  $L$  между зеркалами заполнен нематическим жидким кристаллом.

Использовалась экспериментальная ячейка-сэндвич (Рис.1), состоящая из двух идентичных диэлектрических зеркал, зазор между которыми был заполнен нематическим ЖК 5CB (4-n-pentyl-4'-cyanobiphenyl). В исходном состоянии директор ЖК  $\mathbf{d}$  был ориентирован планарно ( $\mathbf{d} \parallel \mathbf{x}$ ) по отношению к подложкам. Толщина слоя ЖК составляла 7.4 мкм. Показатели преломления 5CB -  $n_{\parallel} = 1.720$ ,  $n_{\perp} = 1.536$  ( $T = 23^{\circ}\text{C}$ ,  $\lambda = 0.589$  мкм) для света, поляризованного параллельно и перпендикулярно директору, соответственно. Мультислойная структура зеркал, состоящая из 6 слоев двуоксида циркония ( $\text{ZrO}_2$ ) и 5 слоев двуоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ), сформирована на прозрачном проводящем ИТО покрытии, нанесенном на подложку из плавленого кварца. Толщины слоев  $\text{ZrO}_2$  – 0.055 мкм,  $\text{SiO}_2$  – 0.102 мкм. Показатели преломления  $\text{ZrO}_2$  – 2.04,  $\text{SiO}_2$  – 1.45. К ИТО электродам прикладывалось переменное электрическое поле частотой 800 Гц, обеспечивая возможность плавной переориентации директора нематика на угол до  $90^{\circ}$  в плоскости  $xz$ . При этом показатель преломления необыкновенной волны изменяется от  $n_{\parallel}$  при  $\mathbf{d} \parallel \mathbf{x}$  до  $n_{\perp}$  при  $\mathbf{d} \parallel \mathbf{z}$ .

При проведении измерений в геометрии скрещенных поляризаторов **P** и **A** были ориентированы под углом  $\beta = \pm 45^\circ$  к оси **x**, соответственно. В другом варианте для измерения поляризованных компонент спектра пропускания использовался лишь входной поляризатор **P**, ориентированный либо вдоль оси **x**, либо вдоль оси **y**. Типичный вид поляризованных компонент спектра пропускания исследуемой ячейки для **P||x** и **P||y** представлен на Рис.2. Как видно, фотонная запрещенная зона исследуемого ФК занимает большую часть видимого диапазона примерно с 0.45 до 0.61 мкм.

Для обеих компонент в запрещенной зоне формируется ряд дефектных мод. Переориентация нематика не влияет на обыкновенную компоненту спектра дефектных мод, в то же время существенно трансформируя необыкновенную компоненту. В случае **P||x** отклонение директора от оси **x** приводит к смещению дефектных мод в коротковолновую область (рис. 3). Нечувствительность спектра к малым значениям поля  $U < U_c = 0.74$  В обусловлена пороговым характером перехода Фредерикса.

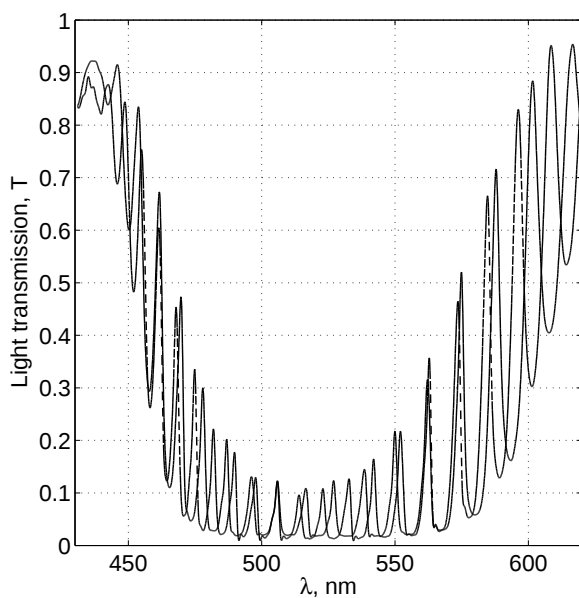


Рис. 2. Поляризованные компоненты **P||x** (сплошная линия) и **P||y** (пунктирная линия) спектра пропускания исследуемой ячейки.

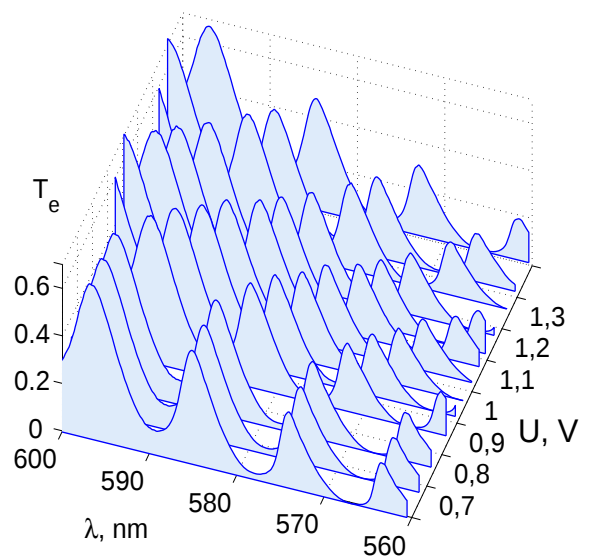


Рис. 3. Трансформация спектра дефектных мод для поляризации **P||x** при воздействии электрического поля.

Как показано на рис. 4, кривые зависимостей  $\lambda_e(U)$  спектральных положений дефектных мод для необыкновенной волны несколько раз пересекают горизонтальные линии  $\lambda_o(U)$ , соответствующие обыкновенной компоненте спектра. Спектральное совмещение поляризованных компонент дефектных мод дает возможность определить результат их интерференции, измеряя интенсивность излучения, проходящего через оптическую ячейку. При этом ортогонально поляризованные дефектные моды с одинаковой длиной волны имеют различные порядковые номера (рис. 4). Так, например, при увеличении поля горизонтальную линию  $\lambda_o = 0.588$  мкм, соответствующую 38-ой дефектной моде обыкновенной волны, поочередно пересекают дефектные моды необыкновенной волны с порядковыми номерами 42, 41, 40, 39. Лишь в области насыщения процесса переориентации нематика к 38-ой моде обыкновенной волны асимптотически приближается 38-ая мода необыкновенной компоненты.

На рис. 5 показан результат интерференции 42-ой и 41-ой мод необыкновенной волны с 38-ой модой обыкновенной компоненты, происходящей при воздействии электрического поля  $U_1 = 1.01$  В и  $U_2 = 1.30$  В, соответственно. Как видно, если разность порядковых номеров дефектных мод четная, то наблюдается интерференционное гашение проходящего

излучения. И наоборот, если разность нечетная, то интенсивность интерферирующих компонент суммируется. Другие комбинации дефектных мод при их спектральном совмещении показывают аналогичные результаты. Проведен теоретический анализ условий прохождения излучения через рассматриваемую оптическую ячейку исходя из комбинации двух эффектов: интерференции света при прохождении через одноосный ЖК в системе скрещенных поляризаторов и формирования дефектной моды в спектре пропускания ФК. Показано, что если разность порядковых номеров поляризованных компонент дефектных мод четная  $N_e - N_o = 2k$  (где  $k$  – целое), то наблюдается минимум проходящего излучения. В случае нечетности  $N_e - N_o = 2k + 1$  интенсивность проходящего света максимальна, что и наблюдается в эксперименте.

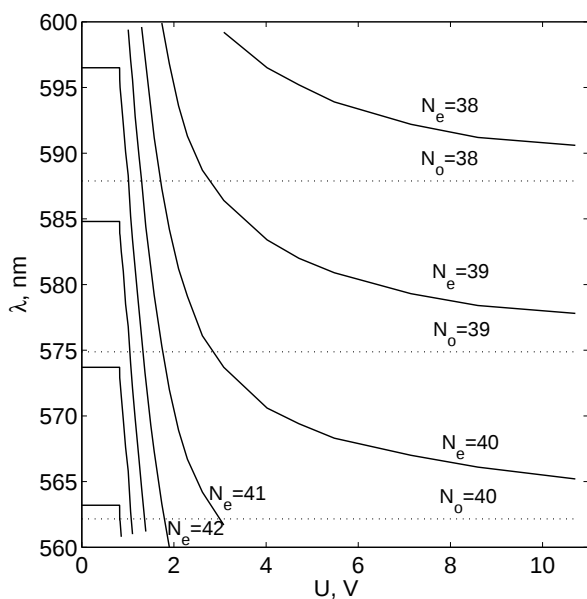


Рис. 4. Спектральные положения поляризованных дефектных мод в зависимости от приложенного напряжения.  $P||x$  - сплошная линия,  $P||y$  - пунктирная линия.

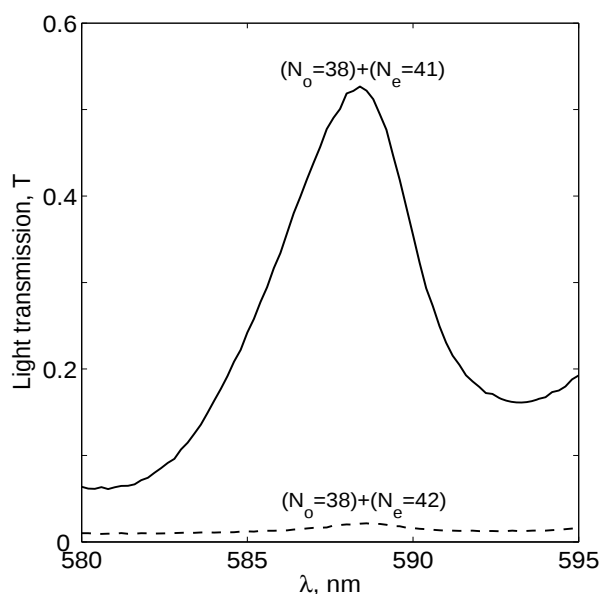


Рис. 5. Светопропускание оптической ячейки при интерференции 42-ой ( $U_1 = 1.01$  V, штриховая линия) и 41-ой ( $U_2 = 1.30$  V, сплошная линия) мод необыкновенной волны с 38-ой модой обыкновенной компоненты.

Установленные закономерности справедливы не только для нематических ЖК, но и для других оптически анизотропных материалов, используемых в качестве дефектного слоя фотоннокристаллической структуры. В этих случаях любые внешние воздействия, способные изменить величину двулучепреломления, могут служить управляющим фактором для контроля интенсивности светового излучения в спектральной области интерферирующих дефектных мод. Это определяет практическую значимость рассмотренного эффекта для возможного применения мультислойных ФК ячеек в различных областях оптоэлектронной техники.

### Изучение структурных и оптических свойств жидких кристаллов.

Для термотропных каламитных ( $N$ ), а также термотропных и лиотропных мицеллярных нематиков  $N_D$  рассмотрены ограничения на минимальный размер  $L_{\min}$  нематического образца с однородной ориентацией директора, сохраняющего оптические свойства объемного образца, с учетом двух факторов: упорядочивающего влияния сил сцепления директора с ограничивающими поверхностями и характера фазового перехода первого рода нематик – изотропная жидкость  $N(N_D)$ –I. Показано, что значение  $L_{\min}$  должно

удовлетворять условию  $L_{\min} \gg \max\{2r_c, 2\xi\}$ , где  $r_c$  – радиус действия сил поверхностного сцепления,  $\xi$  – радиус корреляции равновесных длинноволновых флуктуаций параметра порядка нематика. При слабом сцеплении директора со стенками установлено соотношение  $L_{\min}(N_D) \gg L_{\min}(N)$ , справедливое для термотропных и мицеллярных нематиков  $N_D$  и обусловленное соотношением  $\xi_0(N_D) \gg \xi_0(N)$  прямых корреляционных длин  $\xi_0$  для этих типов нематиков.

Показана сильная нелинейная связь средней эффективной поляризуемости молекул  $\bar{\gamma}$  с анизотропией локального поля в одноосных жидких кристаллах как общей модели анизотропных статистически-упорядоченных молекулярных сред. Установлены строгие ограничение снизу на  $\bar{\gamma}$ , свидетельствующие о зависимости  $\bar{\gamma}$  от фазового состояния ЖК и необходимости смены парадигмы « $\bar{\gamma} = \text{const}$ », в рамках которой на протяжении века развивалась оптика анизотропных молекулярных сред. Теоретические выводы подтверждены экспериментом на ряде нематических ЖК с большим и малым двулучепреломлением.

Исследованы немонотонные температурные зависимости обыкновенного ( $n_o$ ) и необыкновенного ( $n_e$ ) показателей преломления для квазинематического слоя каламитного холестерика (нематика  $N_Q$ ) и дискоидного нематика ( $N_D$ ) при наличии точки  $T_o$  ( $T_e$ ) минимума на зависимости  $n_o(T)$  ( $n_e(T)$ ) в интервале холестерической и нематической фаз. Для нематиков  $N_Q$ ,  $N_D$  впервые установлены линейные температурные зависимости величин  $\langle n \rangle = (n_e + 2n_o)/3$ ,  $\langle \varepsilon \rangle = (\varepsilon_e + 2\varepsilon_o)/3$ ,  $\bar{n} = \langle \varepsilon \rangle^{1/2}$  и дано теоретическое описание зависимостей  $n_{o,e}(T)$ . Для двух рассматриваемых типов нематиков установлены противоположные соотношения между коэффициентами зависимости  $\langle n \rangle(T)$ , или  $\bar{n}(T)$ , в мезофазе и зависимости  $n_i(T)$  в изотропной фазе. Для нематика  $N_Q$  ( $N_D$ ) подтверждены полученные ранее соотношения, связывающие коэффициенты температурных зависимостей  $\langle n \rangle$ ,  $\langle \varepsilon \rangle$  и  $\bar{n}$  со значениями  $n_e(T_o)$  и  $\bar{n}(T_o)$  ( $n_o(T_e)$  и  $\bar{n}(T_e)$ ).

### Влияние электромагнитно индуцированной прозрачности на спектральные характеристики фотонных кристаллов с дефектом.

Теоретически исследован спектр пропускания одномерного фотонного кристалла с дефектом, содержащим среду, в которой возможна электромагнитно индуцированная прозрачность (ЭИП). Явление ЭИП возникает при взаимодействии трехуровневого атома с двумя лазерными полями – слабым пробным и сильным управляющим,

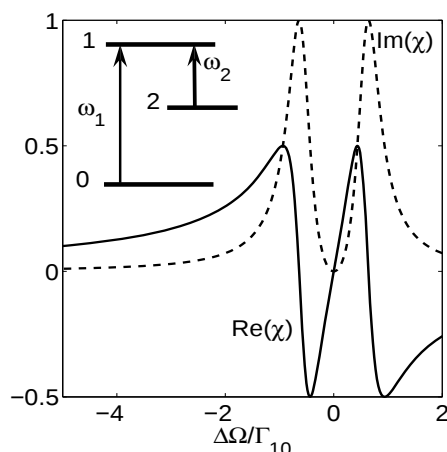


Рис. 6. Зависимости действительной и мнимой части  $\chi$  от отстройки частоты пробного поля при ЭИП. На вставке представлена энергетическая диаграмма трехуровневого атома, взаимодействующего со слабым пробным (частота  $\omega_1$ ) и сильным управляющим (частота  $\omega_2$ ) лазерными полями. Уровни  $|0\rangle$  и  $|2\rangle$  основной и метастабильный; переход  $|0\rangle \rightarrow |2\rangle$  – дипольно запрещен. Исходно заселено только нижнее состояние  $|0\rangle$ .

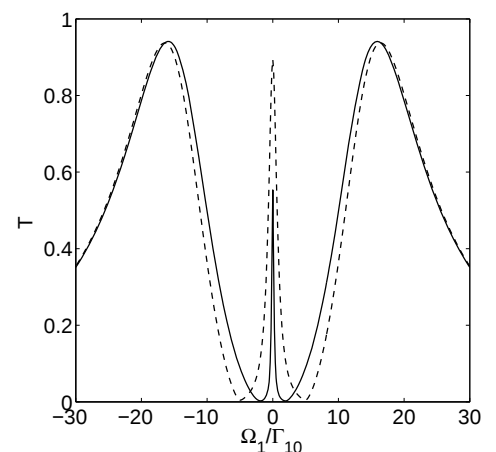


Рис. 7. Спектры пропускания фотонного кристалла для пробной волны в условиях ЭИП: *сплошная кривая* –  $G_2 = 2\Gamma_{10}$ , *пунктирная* –  $G_2 = 5\Gamma_{10}$  (в максимуме).  $\Gamma_{10}$  – полуширина перехода  $|1\rangle \rightarrow |0\rangle$

взаимодействующим со смежным переходом (вставка на рис. 6). При ЭИП резонансно поглощающаяся среда для пробного поля становится прозрачной (возникает окно прозрачности в области резонанса) и высокодисперсной (большая нормальная дисперсия в окне прозрачности) (смотри рис. 6). Расчеты, выполненные с учетом пространственного распределения управляющего и пробного поля, показывают, что при определенных условиях ЭИП может приводить к значительному сужению спектральной ширины дефектной моды ФК для пробного излучения.

На рис. 7 показаны спектры пропускания ФК с дефектом, содержащим атомы натрия, для пробной волны в условиях ЭИП при различных значениях частоты Раби управляющего поля  $G_2$  в случае близких частот пробного и управляющего излучений.

В центре имеется узкий пик пропускания, обусловленный ЭИП. Ширина пика зависит от ширины запрещенного перехода  $|0\rangle \rightarrow |2\rangle$  и интенсивности управляющего поля. Чем меньше указанные величины, тем пик резче. Два других широких пика представляют расщепление дефектной моды в отсутствие ЭИП.

Так как ЭИП имеет место в условиях двухфотонного резонанса, то положением максимума пропускания узкого пика можно управлять, изменяя частоту управляющего поля (рис. 8).

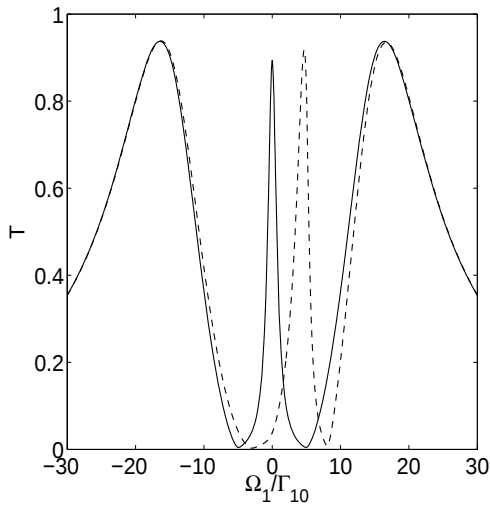


Рис. 8. Спектры пропускания фотонного кристалла для пробной волны в условиях электромагнитно индуцированной прозрачности при  $\omega_2 - \omega_{12} = 0$  (сплошная кривая) и  $\omega_2 - \omega_{12} = 5\Gamma_{10}$  (пунктирная кривая);  $G_2 = 5\Gamma_{10}$  (в максимуме)

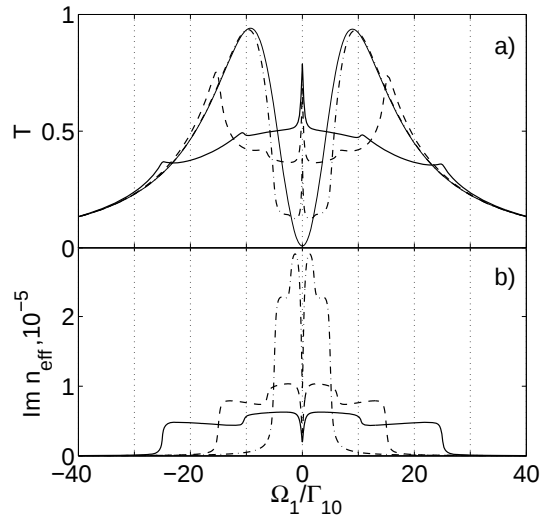


Рис. 9. Спектры пропускания ФК для пробной волны в условиях ЭИП (а) и зависимость эффективного показателя преломления как функция частоты пробной волны (б) при различных интенсивностях управляющего излучения. Толстые сплошные кривые соответствуют  $G_2 = 25\Gamma_{10}$ ; пунктирные -  $G_2 = 15\Gamma_{10}$  и штрих-пунктирные -  $G_2 = 5\Gamma_{10}$ ;  $\omega_2 - \omega_{12} = 0$ ,  $\omega_{10} = \omega_a$ ,  $\omega_{12} = \omega_b$ ,  $\Gamma_{10}/\Gamma_{20} = 10$ . Тонкая сплошная кривая (двуугольная) соответствует  $G_2 = 0$ .

Форма спектра пропускания зависит от того, насколько сильно отличаются частоты пробного и управляющего полей. Когда разность частот  $\omega_1 - \omega_2$  больше ширины дефектной моды, спектр пропускания ФК при ЭИП имеет более сложный вид (рис. 9а)

Показано, что в этом случае все особенности коэффициента пропускания для пробного поля определяются эффективным показателем преломления  $n_{eff} = 1 + \chi_{eff}$ , где

$$\chi_{eff} = 0.5 \int_0^d U_1(z) \chi(z) dz, \quad U_1(z) - \text{нормированная мода резонатора, возбуждаемая пробным полем (рис. 9б). Узкий пик можно использовать для создания узкополосных перестраиваемых фильтров и уменьшения групповой скорости световых импульсов.}$$

## Исследование возможности формирования упорядоченных структур наночастиц металлов в поле квазирезонансного оптического излучения.

В настоящее время большой интерес привлекают способы получения фотонных кристаллов на основе периодических структур, сформированных наночастицами. Во внешнем поле светового излучения наночастицы взаимодействуют не только между собой, но и с полем. Если поле неоднородно, то в зависимости от знака энергии взаимодействия наночастиц со светом, частицы концентрируются либо в максимуме поля, либо в минимуме. Если создать периодическое распределение поля, например, стоячую волну в гидрозоле таких частиц (например, серебра), то можно ожидать образование периодических неоднородностей из скопления частиц в максимумах или минимумах распределения поля. Очевидно, что это возможно, если энергия взаимодействия света с наночастицами превышает энергию теплового движения  $kT$ .

Пусть поле представляет собой стоячую световую волну, созданную двумя монохроматическими противоположно-направленными волнами с равными амплитудами

$$E(x) = E_0 \cos(\omega t - kx) + E_0 \cos(\omega t + kx) = 2E_0 \cos kx \cdot \cos \omega t.$$

В одномерном случае выражение для пространственной зависимости показателя преломления имеет вид:

$$n'(x) = n_{\text{воды}} + 2\pi N(x) \text{Re} \chi_0,$$

где  $\chi_0$  - оптическая восприимчивость частицы;  $N(x) = N_0 L_N \cdot e^{\frac{W(x)}{kT}}$ ;  $W(x) = -E(x)d = -\Omega R^3 \omega_m (E_0 \cos kx)^2 / \sqrt{\Omega^2 + \Gamma^2}$  - энергия взаимодействия света с частицей;  $L_N = l / \int_l e^{\frac{W}{kT}} dx$  - нормировочная постоянная;  $l$  - длина среды.

На рис. 10 приведены зависимости энергии взаимодействия изолированной частицы с внешним световым полем и зависимость добавки к показателю преломления  $\text{Re} \chi_0$  от длины волны. В резонансе при  $\lambda = 420$  нм энергия и  $\text{Re} \chi_0$  нулевые. Положительный максимум и отрицательный минимум энергии достигается примерно при  $\lambda = 340$  нм и  $\lambda = 540$  нм соответственно, а у  $\text{Re} \chi_0$  - наоборот.

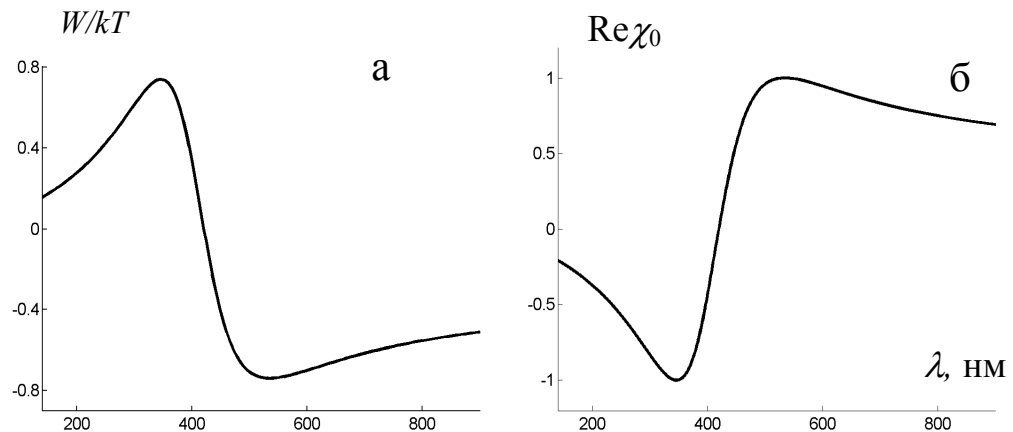


Рис. 10. Зависимость энергии взаимодействия изолированной серебрянной частицы с внешним полем (а) и зависимость добавки к показателю преломления (б) от длины волны оптического поля.

Для численных расчетов использовалась объемная концентрация частиц, равная одной миллионной, т.е. одна наночастица серебра на  $10^6$  молекул воды. Температура  $T = 300\text{K}$ , амплитуда поля  $E_0 = 100$  ед. СГС, радиус частиц  $R = 6\text{нм}$ . На рис. 11 приведена зависимость показателя преломления  $n'$  от длины волны и от координаты  $x$ . Рисунок демонстрирует возможность формирования ФК за счет взаимодействия наночастиц металлов с оптическим излучением. Предложенный метод формирования периодических структур достаточно универсален, поскольку позволяет формировать двух и трехмерные ФК. Кроме того, период сформированной структуры может меняться в широких пределах от половины длины волны до бесконечности, при варьировании угла между волновыми векторами оптических волн.

Изучено также образование одномерных цепочек наночастиц в низкочастотном электромагнитном поле под действием индуцированных диполь-дипольных взаимодействий. Исследованы закономерности этого процесса при изменении напряженности поля, толщины адсорбционного слоя, размеров частиц, вязкости дисперсионной среды и температуры. Интерес к таким объектам, обусловлен тем, что цепочки связанных сферических наночастиц могут играть роль аналогов обычных элементов электрической цепи, но работать на масштабах  $10 - 100\text{ нм}$  в области оптических частот. Одномерные цепочечные структуры также могут использоваться в качестве оптических волноводов для передачи энергии плазменного возбуждения и представлять собой основу для создания сверхбыстрых элементов оптоэлектроники. Линейная агрегация моделировалась с помощью решения уравнения Ланжевена для каждой отдельной частицы золь с учетом равнодействующей сил. Решение уравнений движения производилось с применением метода «предиктор-корректор». Потенциал межчастичного взаимодействия включает в себя ван-дер-ваальсово притяжение (в приближении Гамакера - де Бура) и упругое отталкивание, обусловленное деформацией полимерных адсорбционных слоев частиц. В модели учитывалась стохастическая гидродинамическая сила и сила вязкого трения.

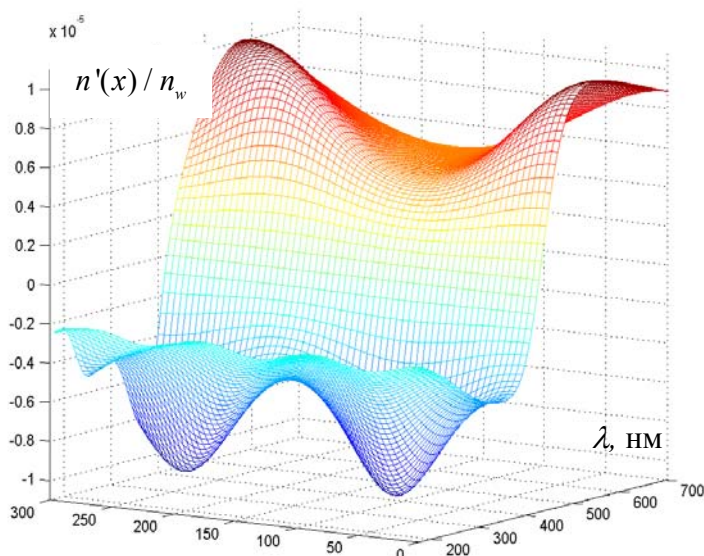


Рис. 11. Зависимость показателя преломления  $n'$  от длины волны и от координаты  $x$ .  $n_w$  - показатель преломления воды.

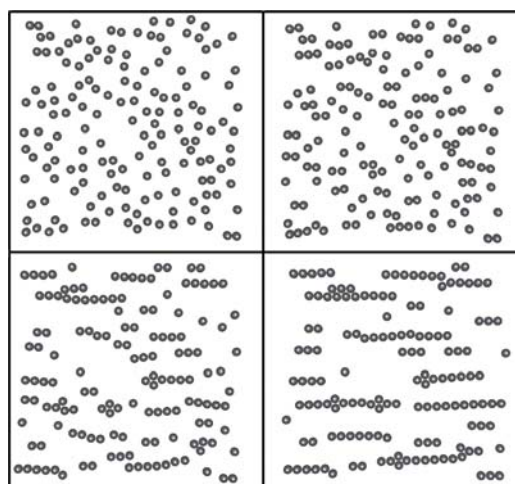


Рис. 12. Этапы формирования линейных цепочек.

При моделировании было обнаружено, что наночастицы в лиозолях в сильном электрическом поле формируют прямые цепочки (см. четыре этапа формирования цепочек на рис. 12). Рост цепи зависит от амплитуды поля. При большой напряженности поля частицы необратимо собираются в длинные цепи. Наблюдаются хаотические изгибы цепей:

в пределах одной цепочки могут возникать колебания и изменения зазоров между сферами и отклонения угла между центрами сфер и внешним приложенным полем. При изменении направления поля, цепочки разбиваются на отдельные частицы. В слабых полях агрегация частиц обратима. Цепи формируются и разрушаются в цепочки меньших размеров с достижением динамического равновесия в распределении цепочечных фрагментов по размерам, не зависящего от времени. Время жизни цепочек, их средний размер и колебания в пределах цепи сильно зависят от приложенного поля.

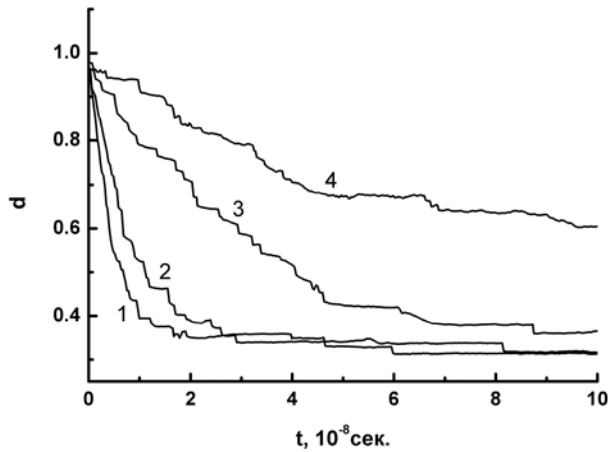


Рис. 13. Зависимость параметра дефектности от времени для разных значений напряженности электрического поля. 1.  $E = 10^6$  В/м, 2.  $E = 5 \cdot 10^5$  3.  $E = 10^5$  4.  $E = 10^4$ .

Для описания степени дефектности образующихся цепочечных структур был введен параметр  $d = 1 - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n \frac{k \cdot \cos^2 \varphi}{2}$ , где  $\varphi$  – угол между направлением действия поля и межцентровым вектором,  $k$  равен 1 для двух частиц с минимальным значением угла  $\varphi$  и -1 для всех остальных частиц. Исследованы зависимости параметра  $d$  от напряженности поля, толщины адсорбционного слоя, вязкости среды, а также кинетика процесса. Для примера на рис. 13 приведены зависимости параметра  $d$  от времени при разных значениях электрического поля.

### Исследования двумерных фотонных кристаллов, состоящих из одной и двух подрешеток от их конструктивных параметров.

Проведены теоретические исследования распространения электромагнитных волн в микрополосковых одно- и двухподрешеточных фотонных кристаллах, представляющих собой систему либо регулярных, либо нерегулярных связанных резонаторов. Нерегулярные резонаторы образованы отрезками микрополосковых линий, отличающихся волновым сопротивлением и постоянной распространения. Как одномерные, так и двумерные микрополосковые структуры, работающие в диапазоне сверх высоких частот (СВЧ), являются аналогами, соответственно, одномерных и двумерных диэлектрических фотонных кристаллов оптического диапазона.

Скорость распространения и, соответственно, длина электромагнитной волны в микрополосковой линии определяется величиной  $\varepsilon_{eff}$ , которую можно вычислить, зная относительную диэлектрическую проницаемость подложки  $\varepsilon$ , ее толщину  $h$  и ширину полоскового проводника  $w$

$$\varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon + 1}{2} + \frac{\varepsilon - 1}{2} P,$$

где

$$P = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/w}} & \text{при } w \geq h, \\ \frac{1}{\sqrt{1 + 12h/w}} + 0.04(1 - w/h)^2 & \text{при } w \leq h. \end{cases}$$

Важно отметить, что эта формула справедлива при нулевой толщине полоскового проводника и лишь в квазистатической области частот, когда поперечные размеры микрополосковой линии  $w$  и  $h$  намного меньше длины распространяющейся в линии электромагнитной волны. Уменьшение  $w$  при фиксированной толщине подложки приводит к монотонному уменьшению эффективной диэлектрической проницаемости. Именно поэтому отрезки регулярных микрополосковых линий, различающиеся шириной проводников, могут служить СВЧ моделью диэлектрических слоев в мультислойной структуре ФК, различающихся показателем преломления.

Базовым резонатором двухподрешеточных микрополосковых ФК является нерегулярная структура, состоящая из трех регулярных участков, в которой участок с высоким волновым сопротивлением располагается между двух участков с низким волновым сопротивлением, или наоборот. Спектр собственных частот в таком микрополосковом резонаторе (МПР), как известно, неэквидистантный. Причем частоты первого и второго резонансов можно как сближать, так и удалять относительно друг друга, варьируя скачок волнового сопротивления  $Z_2/Z_1$  и соотношение электрических длин регулярных участков  $\theta_2/\theta_1$ . Скачок волнового сопротивления, очевидно, можно получить, используя гибридные подложки из материалов с различной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , или применяя скачок ширины полоскового проводника МПР на однородной подложке.

На рис. 14а показана микрополосковая модель резонатора и поведение отношения частот его первых двух резонансов  $f_2/f_1$  в зависимости от скачка диэлектрической проницаемости составной подложки, у которой  $\varepsilon_1=16$ , а  $\varepsilon_2$  изменялась от 16 до 1. Расчет проводился в квазистатическом приближении с использованием одномерной модели резонатора. Кривые построены для нескольких отношений электрической длины среднего участка к полной электрической длине  $q=\theta_2/(2\theta_1+\theta_2)$ . Исследования показали, что чем больше различие диэлектрических проницаемостей участков, тем сильнее раздвижка частот  $f_1$  и  $f_2$ . Однако для любого отношения  $\varepsilon_1/\varepsilon_2$  максимальное повышение частоты второго резонанса относительно первого наблюдается при равенстве электрических длин всех трех участков МПР (рис. 14б). Таким образом, при определенном скачке волновых сопротивлений регулярных отрезков микрополосковых линий, составляющих нерегулярный микрополосковый резонатор, можно разнести частоты первой и второй мод почти на две октавы. Более того, в таких нерегулярных резонаторах можно целенаправленно изменять резонансные частоты практически любых мод колебаний, варьируя количество, расположение и величину скачков.

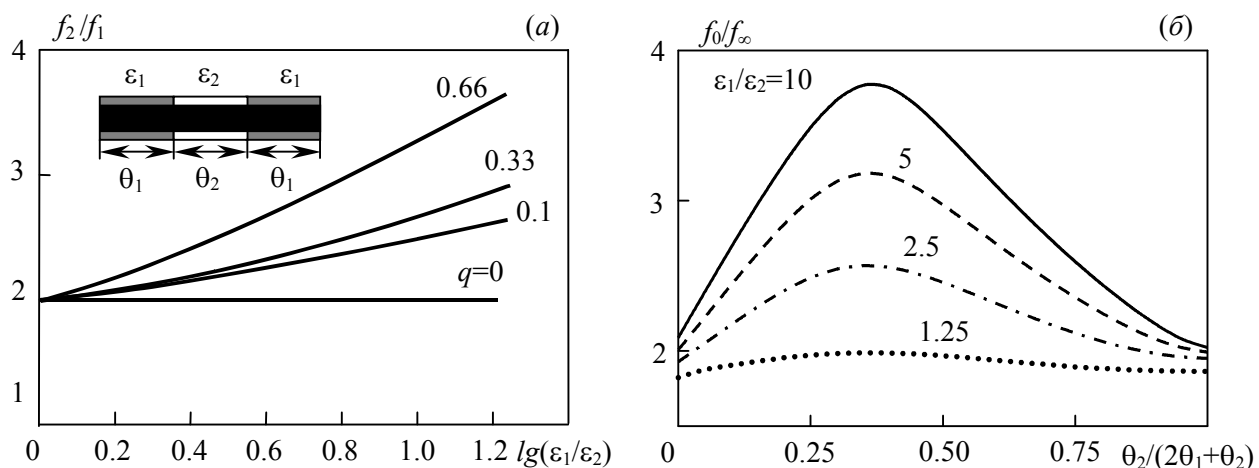


Рис. 14. Нерегулярный микрополосковый резонатор – (а), зависимости диапазонов перестройки частот первой и второй мод колебаний от соотношения длин регулярных участков – (б)

На рис. 15 представлены трехрезонаторные микрополосковые конструкции, на которых можно создавать СВЧ устройства построением как одномерных, так и двумерных фотонных кристаллов. При этом конструкция (а) является базовой для одноподрешеточных ФК, а конструкции (б) и (в) – для двухподрешеточных. Анализ рассмотренных конструкций и устройств на их основе удобно проводить численно в квазистатистическом приближении, используя одномерные модели на односвязных и многосвязных линиях. Для сравнения на рис. 15 представлены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) полосно-пропускающих фильтров настроенных параметрическим синтезом трех исследуемых конструкций. Центральная частота первой полосы пропускания у них  $f_0 = 3$  ГГц, относительная ширина этой полосы, измеренная по уровню -3 дБ от уровня минимальных потерь  $\Delta f_3/f_0 = 40\%$ , а максимумы обратных потерь в полосе пропускания находятся на уровне -14 дБ.

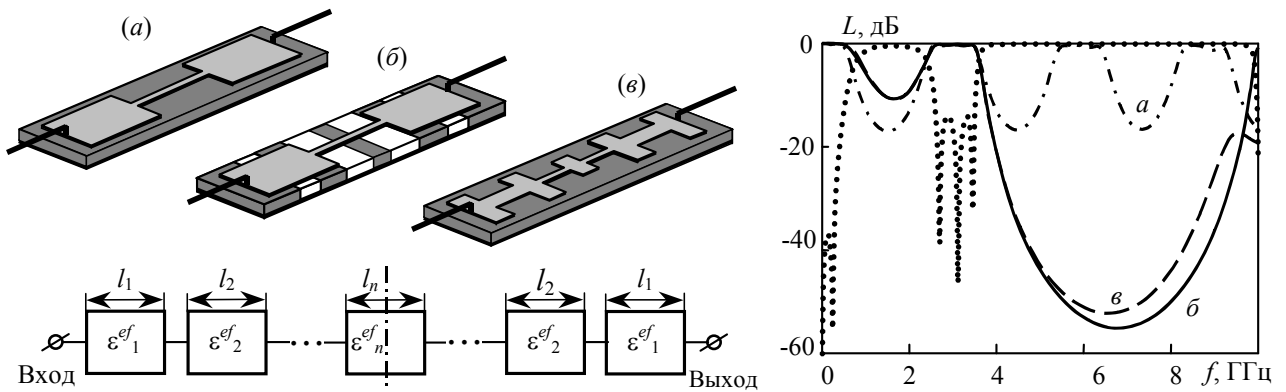


Рис. 15. Трехрезонаторные базовые конструкции для одноподрешеточных - а и двухподрешеточных – б, в двумерных микрополосковых фотонных кристаллов и их АЧХ (точки – частотная зависимость обратных потерь для конструкции б)

Структура (а) соответствует одномерному ФК, состоящему из трех слоев. Поэтому на ее АЧХ наблюдаются эквидистантно чередующиеся области прозрачности и фотонные запрещенные зоны. Данный фильтр выполнен на подложке с  $\epsilon = 16$  толщиной 1 мм. Заметим, что на краях наружных резонаторов в этой конструкции располагаются пучности высокочастотного электрического поля  $E$ , а в центрах – пучности высокочастотного магнитного поля  $H$ . У среднего же резонатора – наоборот, по краям располагаются пучности  $H$ , а в центре пучность  $E$ .

В модели двухподрешеточного фотонного кристалла (б) на рис. 15 каждый из трех резонаторов – нерегулярный благодаря тому, что они выполнены на составных подложках. Причем в областях пучностей электрических полей диэлектрическая проницаемость подложек оставлена высокой  $\epsilon = 16$ , а в пучностях магнитных полей – низкой  $\epsilon = 1$ . Как и ожидалось, для такой конструкции высокочастотная запрещенная зона расширилась в несколько раз за счет повышения частоты второй (паразитной) полосы пропускания. Кроме того, значительно увеличился уровень загораживания в высокочастотной запрещенной зоне за счет увеличения потерь на отражение. Это означает, что рассмотренная сравнительно простая конструкция одномерного фотонного кристалла может одновременно служить не только полосно-пропускающим фильтром с увеличенной полосой загораживания, но и хорошим зеркалом с коэффициентом отражения близким к единице в достаточно широкой области частот.

Как уже отмечалось, необходимые скачки волнового сопротивления в нерегулярных резонаторах микрополосковой модели можно сделать ступенчатым изменением ширины полоскового проводника, выполнив структуру на единой подложке (см. рис. 15в). Однако при этом величина скачка эффективных диэлектрических проницаемостей на широких и

узких участках микрополосковой структуры меньше, чем на составной подложке, поэтому имеет место некоторое уменьшение ширины запрещенной зоны и величины заграждения в ней.

Экспериментальная проверка, проведенная на нескольких микрополосковых конструкциях фильтров, изготовленных методом гравировки по лаку, показала достаточно хорошее согласие с численным расчетом. В качестве примера, на рис. 16 точками показаны результаты измерений прямых и обратных потерь для фильтра конструкции (б), а линиями представлен расчет. Гибридная подложка фильтра состояла из керамических пластин ТБНС ( $\epsilon=80$ ) и флана ( $\epsilon=2.8$ ) толщиной 2 мм. Размеры топологии проводников устройства предварительно были получены параметрическим синтезом фильтра с центральной частотой  $f_0=1$  ГГц и относительной шириной полосы пропускания  $\Delta f_3/f_0=60\%$ . Однако при сравнении теории и эксперимента в расчете использовались реальные конструктивные параметры микрополосковой структуры, измеренные уже после ее изготовления.

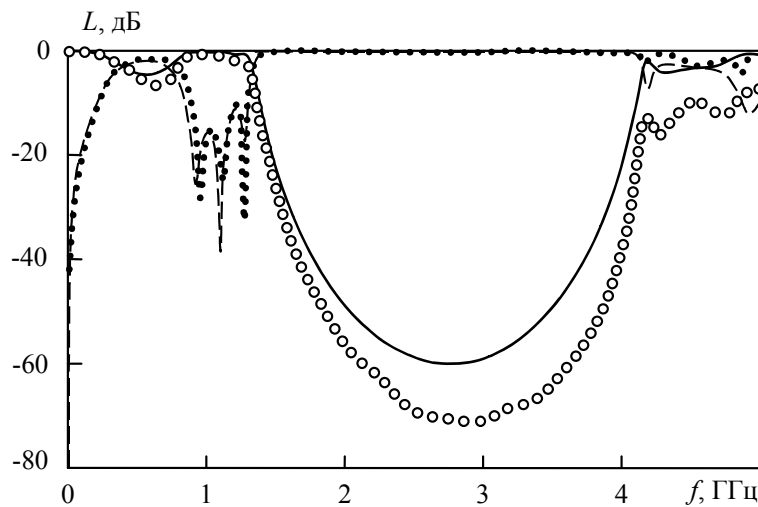


Рис. 16. Частотные зависимости прямых и обратных потерь для фильтра конструкции б на рис. 15. Линии – расчет, точки – эксперимент

При параметрическом синтезе модели фильтра на фотонном кристалле, как и при настройке любого многозвенного полосно-пропускающего фильтра, необходимо выполнить три условия. Во-первых, в соответствии с заданной полосой пропускания устройства обеспечить требуемую величину связи наружных резонаторов с входной и выходной линиями передачи. Во-вторых, обеспечить баланс связей всех резонаторов (в рассматриваемом случае трех) друг с другом и, наконец, в-третьих, необходимо добиться совпадения резонансных частот резонаторов с центральной частотой полосы пропускания. Несомненно, что величина связи смежных резонаторов друг с другом определяется, главным образом, различием волновых сопротивлений регулярных отрезков линий на стыке резонаторов, которые также в квазистатической области частот можно вычислить по формулам

$$Z = \begin{cases} \frac{120\pi/\sqrt{\epsilon_{ef}}}{1.393 + w/h + 0.667 \ln(w/h + 1.444)} & \text{при } w \geq h, \\ \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{ef}}} \ln\left(\frac{8h}{w} + \frac{w}{4h}\right) & \text{при } w \leq h. \end{cases}$$

Связь наружных резонаторов с внешним трактом определяется различием волновых сопротивлений подводимых линий передачи  $Z_0=50$  Ом и соответствующих отрезков

микрополосковых линий, образующих крайние участки наружных резонаторов в рассматриваемой модели.

Значение исследований по изучению поведения коэффициентов связи нерегулярных резонаторов в микрополосковых фотонных кристаллах от их конструктивных параметров трудно переоценить, так как они позволяют создавать оптимизированные конструкции СВЧ устройств с рекордно высокими характеристиками. Поэтому были изучены особенности взаимодействия нерегулярного резонатора с регулярным резонатором в двух случаях. В первом – нерегулярными являются крайние резонаторы (*I* рис. 17), а во втором – средний (*II* рис. 17). При этом в исследовании изменялись длины нерегулярностей  $\Delta l_1$  и  $\Delta l_2$ , а настройка конструкции производилась только подбором длины нерегулярного резонатора, соответственно,  $l_1$  и  $l_2$  при неизменной исходной длине регулярных участков.

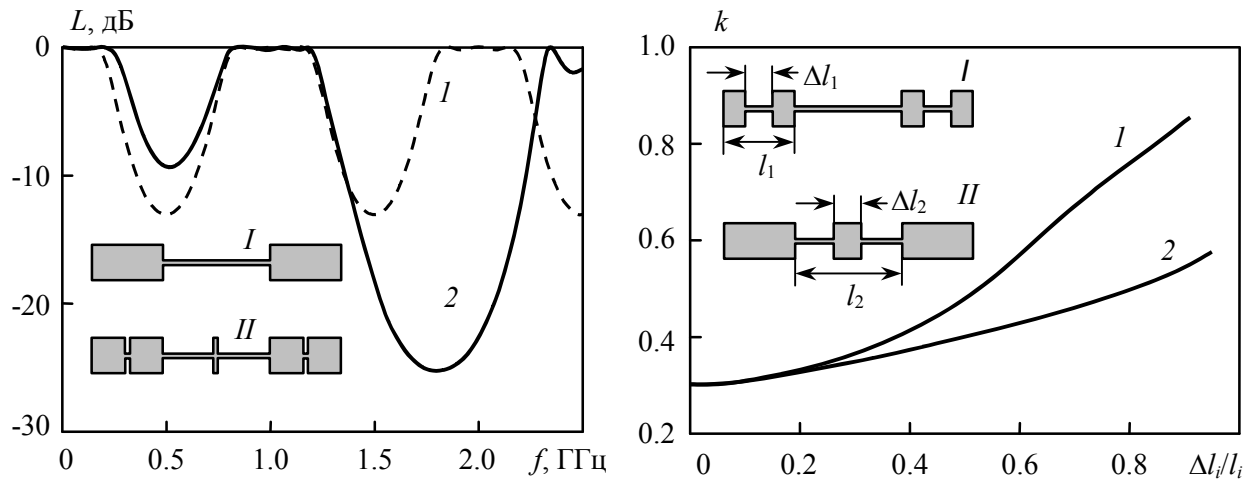


Рис. 17. АЧХ одноподрешеточного и двухподрешеточного ФК и зависимости коэффициентов связи резонаторов в нем от относительной длины нерегулярностей крайних – 1 и среднего – 2 участков

Видно, что с увеличением  $\Delta l_i/l_i$  коэффициенты связи монотонно растут, причем  $k$  для структуры *I* увеличивается почти в три раза, а для структуры *II* почти в два раза. Важно отметить, что при этом наблюдается соответствующее увеличение ширины полосы пропускания и, кроме того, наблюдается также монотонное увеличение центральной частоты полосы пропускания для первой структуры приблизительно на 30%, а для второй на ~20%.

Исследования показали, что с увеличением количества нерегулярных резонаторов  $N$  в микрополосковой модели фильтра на фотонном кристалле не только растет крутизна склонов АЧХ, но и почти экспоненциально растет затухание в полосах заграждения. В подтверждение сказанному на рис. 18 представлены амплитудно-частотные характеристики фильтров на двухподрешеточных фотонных кристаллах, содержащих от 3 до 11 звеньев. Все устройства разработаны на гибридных подложках (конструкция *a* см. рис. 15). Фильтры имеют полосу пропускания  $\Delta f_3/f_0 = 40\%$ , а гибридные подложки резонаторов состоят из двух материалов, диэлектрические проницаемости которых  $\epsilon_1 = 16$ ,  $\epsilon_2 = 1$ . Видно, что каждый раз добавление двух резонаторов в рассматриваемую конструкцию сопровождается увеличением затухания в низкочастотной полосе заграждения более чем на 10 дБ. При этом затухание в высокочастотной полосе заграждения каждый раз с добавлением двух резонаторов увеличивается более чем на 20 дБ. Необходимо отметить, что величина затухания в полосах заграждения существенно увеличивается с уменьшением ширины полосы пропускания устройства.

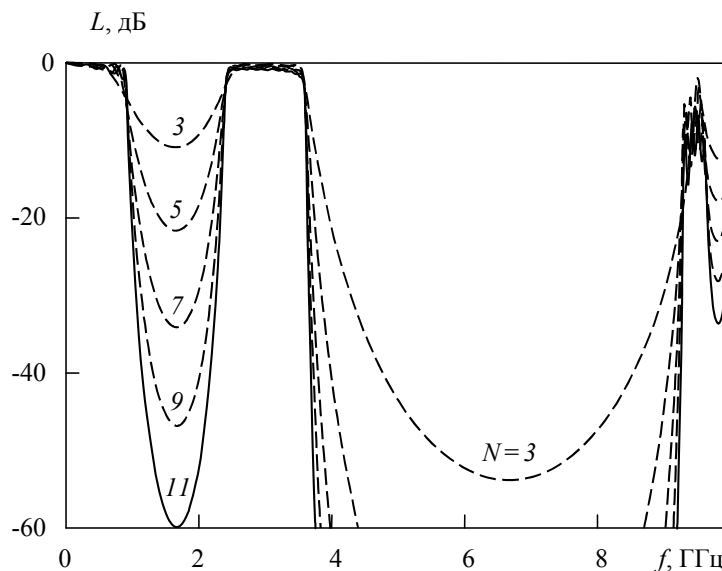


Рис. 18. Поведение АЧХ с увеличением числа резонаторов в микрополосковом полосно-пропускающем фильтре на двухподрешеточном фотонном кристалле

Важно также отметить, что кроме скачков волновых сопротивлений на взаимодействие резонаторов в микрополосковой структуре оказывает влияние также величина их нагруженной добротности, от которой зависят амплитуды высокочастотных полей в МПР и которая, как известно, выше у внутренних резонаторов. В результате, для обеспечения заданной величины связи между внутренними резонаторами требуется несколько больший скачок волновых сопротивлений между наружными участками образующих их регулярных отрезков линий, по сравнению с внешними резонаторами. Этот факт отражают конструктивные параметры, приведенные в таблице 1 для одиннадцати-резонаторного фильтра, АЧХ которого показана на рис. 17.

Исследовано множество конструкций двухподрешеточных микрополосковых фотонных кристаллов, в том числе и с «размытыми» переходами между резонаторами-слоями. Экспериментальная проверка расчета, проведенного на одномерных моделях в квазистатическом приближении, для всех исследованных структур продемонстрировала достаточно хорошее согласие с теорией. Показано, что полосно-пропускающие фильтры имеют существенно лучшие частотно-селективные свойства на двухподрешеточных фотонных кристаллах по сравнению с одноподрешеточными. В частности, в них удается расширить высокочастотную полосу заграждения до двух октав. В конструкциях зеркал также двухподрешеточные фотонные кристаллы имеют преимущества. Они позволяют в широких пределах варьировать ширину полосы отражения в выбранном диапазоне частот.

При этом двумерные двухподрешеточные структуры (рис. 19) показывают практически одинаковые амплитудно-частотные характеристики с одномерными ФК при одинаковом количестве резонаторов в них вдоль линии распространения электромагнитной волны. Однако при этом взаимодействия между параллельными цепочками резонаторов должно быть на много меньше взаимодействия резонаторов в самой цепочке. С увеличением взаимодействия резонаторов между цепочками возникают полюса затухания на АЧХ, в том числе и в полосе пропускания, даже при ортогональном падении электромагнитных волн. Тем не менее, двумерные микрополосковые фотонные кристаллы могут представлять большой интерес для разработки различных многоканальных СВЧ устройств.

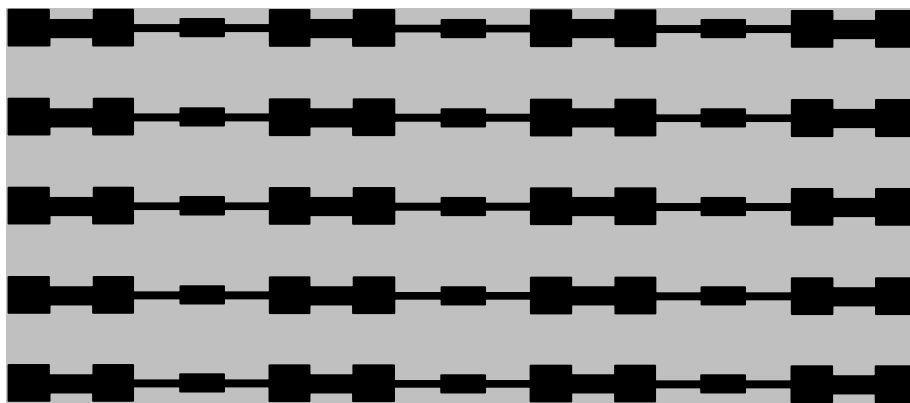


Рис. 19. Двухподрешеточный двумерный микрополосковый фотонный кристалл

В частности, как известно, одними из важных элементов фазированных антенных решеток (ФАР) являются управляемые делители мощности. На двумерном ФК разработана оригинальная конструкция микрополоскового делителя мощности СВЧ (рис. 20а), в которой используются также нерегулярные резонаторы, но с варакторным управлением. Устройство состоит из двух идентичных каналов, каждый из них представляет собой двухзвенный фильтр на полуволновых нерегулярных микрополосковых резонаторах МПР<sub>1</sub> и МПР<sub>2</sub> с варакторной перестройкой частоты. Каждый из резонаторов, в свою очередь, составлен из трех, соединенных последовательно, регулярных участков, различающихся волновым сопротивлением. Причем варакторы  $D_1$  включены в разрыв на середине высокоомных участков, находящихся между двумя одинаковыми низкоомными участками. Диапазон перестройки такого резонатора максимален при одинаковой электрической длине всех отрезков регулярных микрополосковых линий, и он растет с увеличением скачка волнового сопротивления. Чтобы не загромождать рисунок, на нем не изображены цепи управления варакторами.

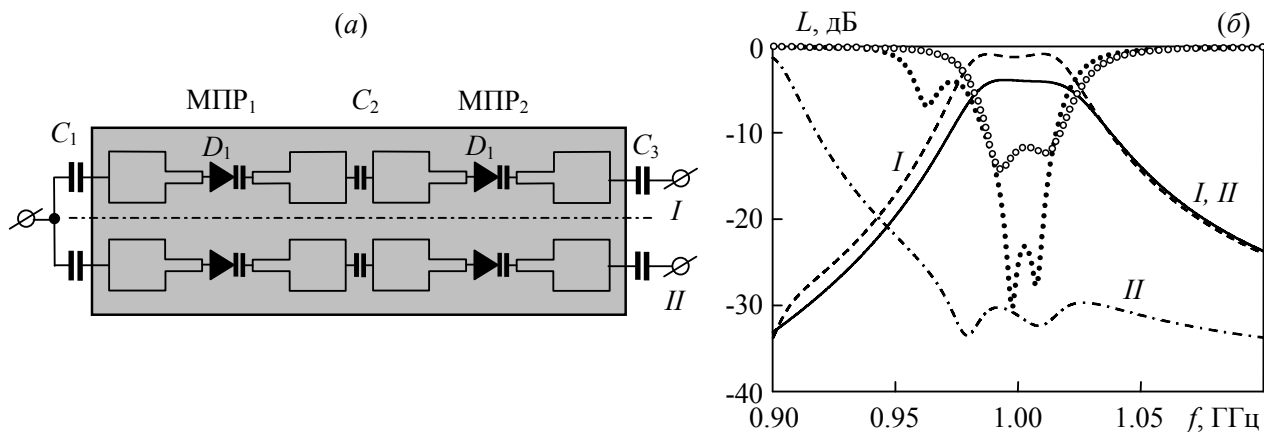


Рис. 20. Двухканальный делитель мощности – (а) и АЧХ его каналов – (б). Сплошная линия – при делении мощности между каналами пополам, штриховая и штрих-пунктирная при максимальном делении, белые точки – частотные зависимости отраженной мощности от входа для первого случая, черные – для второго

Связь каналов делителя мощности с входной линией передачи осуществляется с помощью емкостей связи  $C_1$ . Связь резонаторов друг с другом в каждом канале – с помощью емкостей  $C_2$ , а связь каналов с выходными линиями передачи – с помощью емкостей  $C_3$ . Необходимые характеристики варакторов, как и конструктивные параметры полосковых проводников МПР, выбираются в зависимости от рабочего диапазона частот, диэлектрической проницаемости и толщины используемой подложки. Емкости связи  $C_2$  – в зависимости от требуемой полосы пропускания, а емкости связи  $C_1$  и  $C_3$  позволяют

согласовать устройство с линиями передачи, другими словами, получить заданный максимальный уровень обратных потерь в рабочей полосе частот.

В качестве примера, на рис. 20б представлены амплитудно-частотные характеристики рассмотренного устройства со следующими конструктивными параметрами. Подложка микрополосковой структуры из поликора, традиционно используемого в СВЧ технике ( $\varepsilon = 9.8$ ), имела толщину  $h = 1$  мм. Ширина полосковых проводников наружных низкоомных участков резонаторов (см. рис. 14а)  $w_1 = 3$  мм, а их длина  $l_1 = 17.3$  мм. Ширина полосковых проводников внутренних высокоомных участков МПР  $w_2 = 1$  мм, при их длине  $l_2 = 17.3$  мм. Величины емкостей связи следующие:  $C_1 = 1.5$  пФ,  $C_2 = 0.75$  пФ, а  $C_3 = 1.5$  пФ. Сплошной линией на рисунке показаны частотные зависимости прямых потерь для обоих каналов, а белыми точками – обратных потерь (отраженной от входа СВЧ мощности) в случае, когда емкости всех варакторов одинаковы и равны 2 пФ. При этом наблюдается деление входной мощности между каналами пополам. Штрих-пунктирной линией на рисунке показана АЧХ второго канала, а штриховой линией – первого при увеличении емкости варакторов МПР только во втором канале до 4 пФ. Частотная зависимость обратных потерь для этого случая показана черными точками. Видно, что динамический диапазон исследованного делителя мощности почти 30 дБ, а относительная ширина полосы рабочих частот около 5 %.

Таким образом, проведены систематические исследования двумерных фотонных кристаллов, состоящих из одной и двух подрешеток от их конструктивных параметров. Сравнение теории с экспериментом, проведенное для ряда двумерных микрополосковых фотонных кристаллов, работающих в дециметровом и сантиметровом диапазонах длин волн, показало достаточно хорошее согласие. На основе исследованных микрополосковых фотонных кристаллов показана возможность создания различных СВЧ устройств: фильтров зеркал, электрически управляемых делителей мощности.

#### **Работы по проекту 2.1.2.3. выполнены при поддержке:**

- Гранта № 3818.2008.3 Президента РФ по программе «Государственная поддержка научных исследований, проводимых ведущими научными школами Российской Федерации»;
- Гранта МК–3624.2007.2 Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых;
- Грантов РФФИ №08-03-01007; №06-03-32970; №07-02-00704; №07-02-00497; №08-03-16057
- Междисциплинарного интеграционного проекта № 33 СО РАН;
- Проектов № 8.1 Президиума РАН и № 2.10.2 ОФН РАН;
- Государственного контракта № 112/2007-140к на выполнение научно-исследовательской работы (г. Москва, в/ч 35533).
- Гранта Благотворительного Фонда содействия отечественной науке "Кандидаты наук РАН";
- Гранта Международного благотворительного научного фонда им. К.И. Замараева в области физико-химии поверхности;
- Грантов №18G003; №13T45; № 12BS032 Красноярского краевого фонда науки

## Проект 2.2.1.1. Экспериментальные и теоретические исследования физических свойств диэлектрических физических свойств диэлектрических, сегнетоэлектрических и сегнетоэластических материалов в виде монокристаллов, керамик, стекол и наноструктур

*I. Расчет динамики решетки и фазовых переходов в неупорядоченных и упорядоченных окисных твердых растворах на основе структуры перовскита для объемных кристаллов и пленок. Теплофизические и спектроскопические исследования перовскитоподобных твердых растворов на основе титаната и ниобата натрия. Исследование теплофизических и оптических свойств оксифторидов  $(\text{NH}_4)_3\text{M}_5+(\text{O}_2)_2\text{F}_4$  и  $\text{A}_2\text{MO}_x\text{F}_{6-x}$  ( $x = 1, 2$ ) и влияния на них полей разной физической природы.*

1. В рамках обобщенной модели Гордона-Кима вычислены спектр частот колебаний, высокочастотная диэлектрическая проницаемость и эффективные заряды Борна в неупорядоченной кубической фазе со структурой перовскита твердых растворов  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  и  $\text{Pb}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  для концентраций  $0.0 < x < 1.0$ .

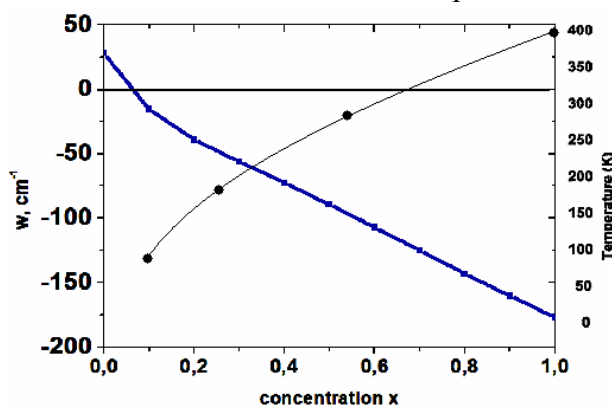


Рис. 1. Концентрационные зависимости частоты сегнетоэлектрической моды и температуры фазового перехода из параэлектрической фазы в сегнетоэлектрическую для твердого раствора  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ .

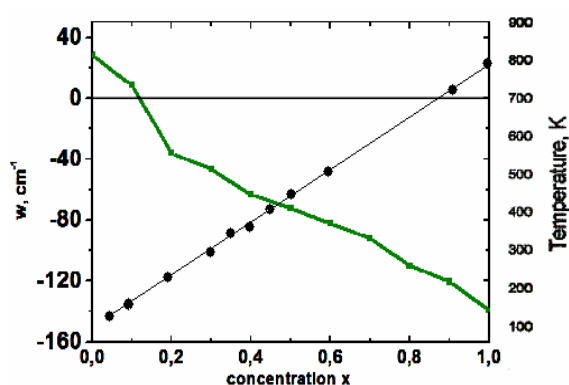


Рис. 2. Концентрационные зависимости частоты сегнетоэлектрической моды и температуры фазового перехода из параэлектрической фазы в сегнетоэлектрическую для твердого раствора  $\text{Pb}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ .

На рисунках 1 и 2 приведены вычисленные на экспериментальном параметре решетки концентрационные зависимости частот сегнетоэлектрической моды для твердых растворов  $\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$  и  $\text{Pb}_x\text{Sr}_{1-x}\text{TiO}_3$ , соответственно. Видно, что сегнетоэлектрическая мода является «мягкой» практически при всех значениях концентраций, за исключением области малых концентраций  $\text{Ba(Pb)}$   $0 < x < 0,1$ , что качественно согласуется с экспериментальными данными.

2. Выполнен неэмпирический расчет динамики решетки и упругих свойств ряда неупорядоченных и упорядоченных твердых растворов  $\text{PbB}'_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$ ,  $\text{PbB}'_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  ( $\text{B}' = \text{Sc, Ga, In, Lu}$ ),  $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$  и  $\text{La}_x\text{Ca}_{1-x}\text{MnO}_3$  со структурами типа перовскита и эльпасолита. Определены параметры элементарной ячейки  $a_0$ , диэлектрические постоянные  $\epsilon$ , упругие модули  $\text{C}_{ij}$ . В рассчитанном фоновом спектре высокосимметричной кубической фазы всех рассмотренных соединений найдены неустойчивые моды колебаний кристаллической решетки. В твердых растворах  $\text{PbB}'_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$  и  $\text{PbB}'_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  неустойчивость связана с сегнетоэлектрическими искажениями решетки (рис. 3), тогда как в манганитах — с поворотами кислородных октаэдров  $\text{MnO}_6$ . Фазовые переходы в рассматриваемых

соединениях исследованы методом Монте – Карло с эффективным гамильтонианом, параметры которого определены из расчета энергий искаженных фаз. Определены частоты неустойчивых мод ( $\omega$ ), температуры фазовых переходов ( $T_c$ ) и (для сегнетоэлектрических кристаллов) спонтанная поляризация ( $P_s$ ).

|                                                                                                                      | PSN      | PGN  | PIN       | PLN  | PST       | PGT  | PIT     | PLT  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|-----------|------|-----------|------|---------|------|
| <b>Температуры сегнетоэлектрического фазового перехода для неупорядоченных твердых растворов <math>T_c</math>, К</b> |          |      |           |      |           |      |         |      |
| Расчет                                                                                                               | 250      | 280  | 380       | 630  | 170       | 650  | 800     | 850  |
| Эксп.                                                                                                                | 380[103] | -    | 325[81]   | -    | 275[103]  | -    | 425[81] | -    |
| <b>Величина спонтанной поляризации для неупорядоченных твердых растворов <math>P_s</math>, Кл/м<sup>2</sup></b>      |          |      |           |      |           |      |         |      |
| Расчет                                                                                                               | 0.26     | 0.2  | 0.28      | 0.37 | 0.17      | 0.34 | 0.39    | 0.41 |
| Эксп.                                                                                                                | -        | -    | 0.14[104] | -    | 0.33[96]  | -    | -       | -    |
| <b>Температуры сегнетоэлектрического фазового перехода для упорядоченных твердых растворов <math>T_c</math>, К</b>   |          |      |           |      |           |      |         |      |
| Расчет                                                                                                               | 490      | 980  | 760       | 1480 | 610       | 820  | 930     | 1060 |
| Эксп.                                                                                                                | 350[103] | -    |           | -    | 300[103]  | -    |         | -    |
| <b>Величина спонтанной поляризации для упорядоченных твердых растворов <math>P_s</math>, Кл/м<sup>2</sup></b>        |          |      |           |      |           |      |         |      |
| Расчет                                                                                                               | 0,24     | 0,41 | 0,28      | 0,44 | 0,24      | 0,25 | 0,33    | 0,38 |
| Эксп.                                                                                                                | -        | -    | -         | -    | 0,26[103] | -    | -       | -    |

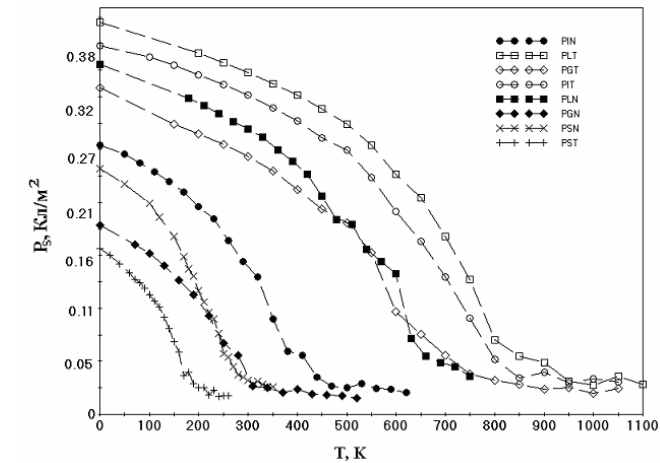
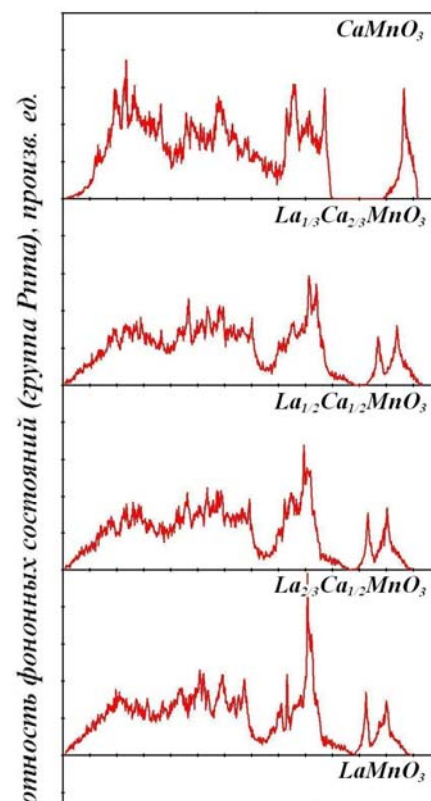


Рис. 3. Зависимость величины спонтанной поляризации от температуры для неупорядоченных твердых растворов.

В манганитах в результате последовательных структурных фазовых переходов при всех рассмотренных концентрациях при низких температурах устойчивой оказывается ромбическая фаза, в фоновом спектре которой нет мнимых мод. Однако плотность фоновых состояний в этих растворах изменяется при замещении лантана кальцием: если в манганите кальция наибольшая плотность состояний для низких частот с хорошо различимой щелью в области  $500\text{ см}^{-1} - 600\text{ см}^{-1}$ , то в манганите лантана плотность состояний на низких и средних частотах практически одинакова и широкая щель отсутствует (рис. 4). Большая плотность фоновых состояний на низких частотах в манганите кальция по сравнению с плотностью состояний в манганите лантана в низко симметричной фазе качественно согласуется с вычисленными температурами фазового перехода из кубической фазы для этих соединений: для манганита кальция  $T_c \sim 1000\text{K}$ , а для манганита лантана  $T_c \sim 8000\text{K}$  и в этом соединении кубическая фаза экспериментально не наблюдается.



3. Проведен расчет динамики решетки и величин спонтанной поляризации для пленок неупорядоченных твердых растворов  $\text{PbM}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$ ,  $\text{PbM}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  ( $M=\text{Sc, Ga, In, Lu}$ ) (рис. 5). Получены зависимости частоты неустойчивой сегнетоэлектрической моды, диэлектрической проницаемости, величины спонтанной поляризации от толщины пленки. Показано, что сегнетоэлектрическая неустойчивость для всех растворов, за исключением соединений со скандием присутствует для всех толщин пленки.

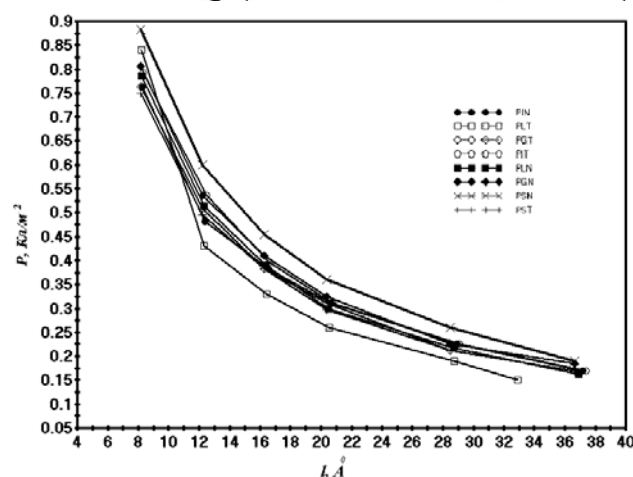


Рис. 5. Зависимость величины спонтанной поляризации от толщины пленки для твердых растворов  $\text{PbM}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$ ,  $\text{PbM}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  ( $M=\text{Sc, Ga, In, Lu}$ ).

4. Проведен расчет зависимости частот колебаний, сегнетоэлектрической неустойчивости и зависимости температур сегнетоэлектрических фазовых переходов в  $\text{Ba}_{1-x}\text{Bi}(\text{La})_{2x/3}\text{Ti}(\text{Zr})\text{O}_3$  от концентрации  $\text{Bi}(\text{La})$ . Особенность данных твердых растворов заключается в том, что в них двухвалентный ион бария замещается трехвалентным ионом висмута или лантана и для сохранения электронейтральности в кристаллической решетке появляются вакансии.

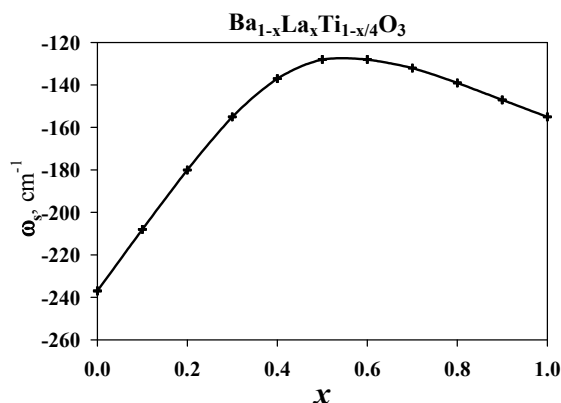


Рис. 6. Зависимость частоты неустойчивой сегнетоэлектрической моды  $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{Ti}_{1-x/4}\text{O}_3$  от концентрации  $\text{La}^{+3}$

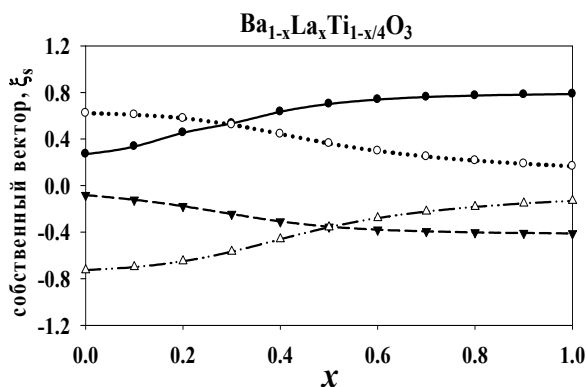


Рис. 7. Зависимость собственного вектора неустойчивой сегнетоэлектрической моды  $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{Ti}_{1-x/4}\text{O}_3$  от концентрации  $\text{La}^{+3}$ . Черные кружки – смещения виртуального иона; белые кружки – смещения  $\text{Ti}^{+4}$ ; черные треугольники – смещения  $\text{O}_\perp$ ; белые треугольники – смещения  $\text{O}_\parallel$ .

Расчет показал, что в зависимости от положения вакансий (либо в подрешетке ионов бария, либо в подрешетке ионов титана) свойства соединений существенно меняются. В частности, характер сегнетоэлектрической неустойчивости определяется не столько типом примеси, сколько позицией образования вакансии и типом иона в центре кислородного октаэдра. Наиболее необычное поведение сегнетоэлектрической неустойчивости обнаруживается при допировании  $\text{BaTiO}_3$  лантаном и образованием вакансии на позиции  $\text{Ti}^{+4}$  (рис. 6). При увеличении концентрации происходит существенная перестройка собственного вектора мягкой моды (рис. 7)

5. Методом твердофазного синтеза приготовлены керамические образцы твердых растворов  $\text{Ba}_{1-y}\text{La}_y\text{Ti}_{1-y/4}\text{O}_3$  ( $y = 0.00, 0.026, 0.036$  и  $0.054$ ). Выполнены измерения коэффициентов теплового расширения в температурном интервале 150-750 К, определены температуры сегнетоэлектрических фазовых переходов и построена фазовая диаграмма температура-концентрация (рис. 8). Для исследованного диапазона концентраций установлено, что температуры фазовых переходов  $\text{Pm}3\text{m} \rightarrow \text{P}4\text{mm} \rightarrow \text{C}2\text{mm}$  понижаются и удовлетворительно согласуются с данными диэлектрических исследований, однако, обнаруженного ранее возрастания с концентрацией температуры перехода  $\text{C}2\text{mm} \rightarrow \text{R}3\text{m}$  и выклинивания фазы  $\text{C}2\text{mm}$  не происходит. В случае больших концентраций трехвалентного иона ( $y > 0.3$ ) в соединениях наблюдаются релаксорные явления. В области температуры Бернса  $T_d$  в соединениях с релаксорным поведением обнаружено anomalous поведение теплового расширения. Появление в кубической фазе аномальной составляющей  $\alpha(T)$  для всех составов наблюдается примерно при одной температуре  $T_d \approx 400\text{-}420$  К. Из температурных зависимостей деформации определена среднеквадратичная поляризация, величина которой и эволюция с температурой согласуются с результатами прямых диэлектрических исследований (рис. 9).

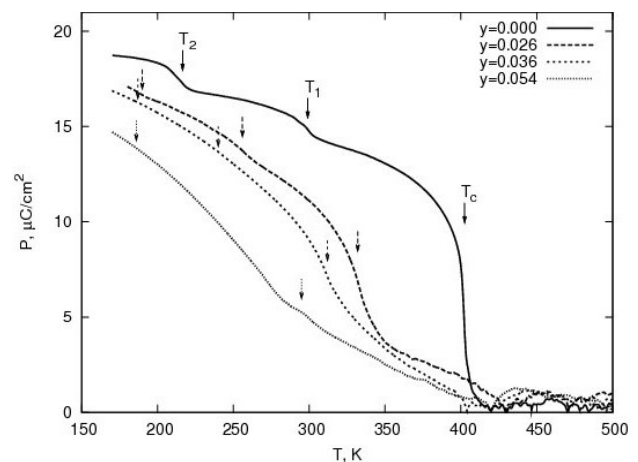
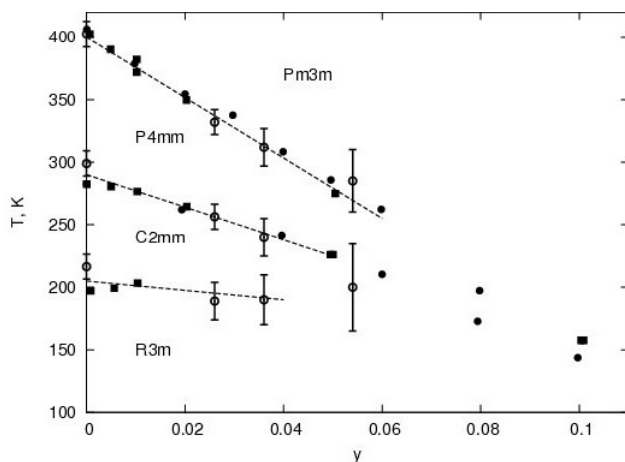


Рис. 8. Фазовая диаграмма системы  $Ba_{1-y}La_yTi_{1-y/4}O_3$ . Рис. 9. Среднеквадратичная поляризация  $y/4O_3$ :  $\circ$  - дилатометрические исследования,  $\bullet$ ,  $\blacksquare$  - твердых растворов  $Ba_{1-y}La_yTi_{1-y/4}O_3$  данные диэлектрических исследований.

Приготовлены керамические образцы  $Na_{1-x}Li_xNbO_3$  ( $x = 0, 0.05, 0.10$ ) и выполнены исследования теплоемкости в температурном интервале 350-800 К. Помимо аномалий, связанных с общеизвестными фазовыми переходами, обнаружены аномалии при ~500К и ~600К, которые могут быть обусловлены фазовыми переходами, о существовании которых до сих пор однозначного мнения не существовало. Исследовано влияние на теплофизические свойства твердых растворов  $Na_{1-x}Li_xNbO_3$  термической предыстории, в частности, отжига образцов при температурах 590-750 К. Установлено, что наиболее сильное влияние на температуры и величину аномалий теплоемкости оказывает отжиг при 603К.

6. Предложена количественная интерпретация аномальной формы линии ЯМР, наблюдаемой в спектрах сегнетоэлектриков-релаксоров. С использованием данного подхода проведены исследования спектров квадрупольного ядра  $^{23}Na$  в релаксоре  $Na_{1/2}Bi_{1/2}TiO_3$  (NBT) в интервале температур 203-780 К. Путем моделирования ориентационных зависимостей формы линии исследовались три возможных модели локального порядка структуры NBT. Наилучшее соответствие экспериментальным данным получено для моноклинной локальной структуры полярного кластера с двумя компонентами смещения Na: вдоль псевдокубических направлений  $[111]_p$  и малым смещением статистически или динамически разупорядоченным по шести равновероятным направлениям типа  $[100]_p$ . В интервале 580-610 К обнаружено сосуществование близких по энергии зародышей тетрагональной фазы и моноклинных кластеров с очень малой компонентой смещения вдоль  $[111]_p$ , что допускает гетерофазные флуктуации. Установлено, что спектр ЯМР NBT в полярной фазе описывается позиционной моделью, а не моделью изотропного стекла (RBRF), ранее предложенной для сегнетоэлектриков-релаксоров. Полученные результаты изменяют представление о характере размытого фазового перехода в релаксорное состояние.

7. Совместно с лабораторией кристаллофизики синтезированы твердые растворы  $NaNb_{1-x}Ta_xO_3$ , обладающие свойствами сегнетоэлектриков релаксоров. На данном этапе экспериментально исследована фазовая диаграмма концентрация-температура перехода в релаксорное состояние с использованием метода ЯМР MAS  $^{23}Na$  и  $^{93}Nb$  и сканирующей калориметрии.

8. Проведены измерения зависимости ширины линии ядерного магнитного резонанса  $^1\text{H}$  от

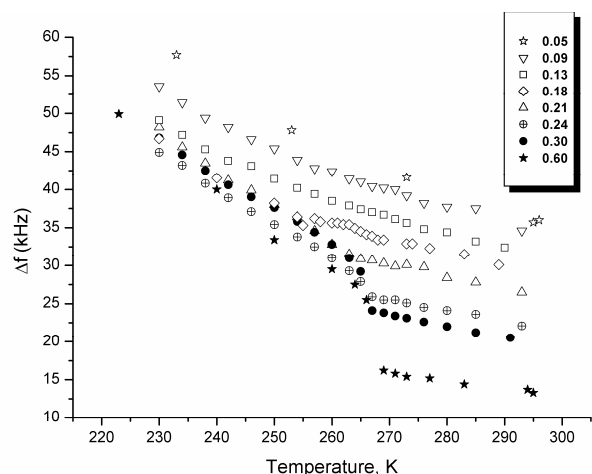


Рис. 10. Зависимость ширины линии ЯМР  $^1\text{H}$  от температуры в образцах бентонитовых глин различной влажности. Цифрами указано весовое содержание воды в соответствующих образцах.

температуры в серии образцов бентонитовых глин с различным содержанием воды. Установлено, что при содержании воды ниже некоторого предела ( $\sim 20$  весовых процентов) фазовый переход связанный с замерзанием воды вблизи 273 К отсутствует, т.е. вся вода в структуре находится в связанном состоянии (рис. 10). При увеличении содержания воды выше указанного предела часть воды находится в свободном (жидко-капельном) состоянии, и ее замерзание приводит к скачку ширины линии ЯМР при соответствующей температуре.

9. С целью поиска существенно разупорядоченных перовскитоподобных

структур синтезированы из раствора оксифториды  $(\text{NH}_4)_3\text{Nb}(\text{Ta})(\text{O}_2)_2\text{F}_4$  с анионами, содержащими молекулярный кислород в виде гантелей в двух кристаллографических позициях. В поисковых исследованиях установлено, что оба соединения обладают при комнатной температуре кубической структурой криолита (пр. гр.  $Fm\bar{3}m$ ,  $Z = 4$ ) и при понижении температуры претерпевают фазовые переходы. Несмотря на подобие исходных структур ниобат и танталат характеризуются различной восприимчивостью к гидростатическому давлению (рис. 11). Судя по оценочным величинам энтропий переходов замещение центрального катиона  $\text{Nb} \rightarrow \text{Ta}$  приводит к существенному разупорядочению структурных элементов исходной фазы. Совокупность термодинамических данных позволяет предполагать различный механизм фазовых переходов в танталате и ниобате, что будет выяснено путем детальных исследований теплоемкости, структуры и спектров КР.

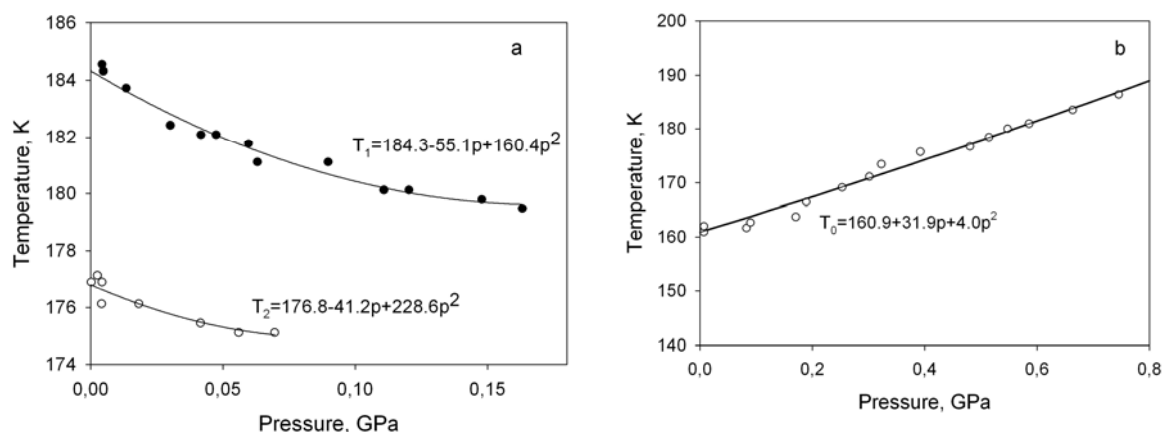


Рис. 11. Фазовые диаграммы оксифторидов  $(\text{NH}_4)_3\text{Nb}(\text{O}_2)_2\text{F}_4$  (a) и  $(\text{NH}_4)_3\text{Ta}(\text{O}_2)_2\text{F}_4$  (b).

Впервые синтезирован титановый оксифторид  $\text{Rb}_2\text{KTiOF}_5$  со структурой эльпасолита (пр. гр.  $Fm\bar{3}m$ ,  $Z = 4$ ). Калориметрические, структурные, диэлектрические и КР исследования показали наличие фазового перехода несегнетоэлектрической природы при  $T_0 = 215$  К, сопровождающегося тетрагональным искажением элементарной ячейки (пр. гр.  $I4/m$ ,  $Z = 11$ ). Обнаружено anomalously большое для перовскитоподобных оксифторидов с атомарными катионами изменение энтропии ( $\Delta S_0 \approx R \ln 8$ ). Установлена существенная неустойчивость кубической фазы к воздействию гидростатического давления. Из фазовой

$T$ - $p$  диаграммы, построенной по результатам измерений ДТА под давлением, следует, что граница раздела фаз представляет собой практически прямую линию и характеризуется значительной величиной барического коэффициента  $dT_0/dp = 109.6$  K/GPa.

Тепловые параметры атома Rb и лигандов сопоставимы и достаточно велики и значительное смещение Rb в фазе  $I4/m$  свидетельствует о позиционном разупорядочении в фазе Fm3m. Спектры КР кубической фазы также свидетельствуют о разупорядочении как структурных элементов, которое после перехода исчезает, так и лигандов в октаэдрах  $TiOF_5$ , которые остаются частично разупорядоченными и в тетрагональной фазе. Таким образом, на основе полученных данных можно предположить, что большая энтропия фазового перехода в  $Rb_2KTiOF_5$  обусловлена поворотом всех октаэдров вокруг оси четвертого порядка, полным упорядочением и искажением части октаэдров, а также значительным смещением атомов Rb, связанным с его упорядочением.

Выращены монокристаллы эльпасолитоподобного фторида  $(NH_4)_3ZrF_7$ . Проведены поляризационно-оптические наблюдения, изучены процессы двойникования, измерен угол поворота оптической индикатрисы в диапазоне температур 90–400K. Рентгеновские исследования кристалла  $(NH_4)_3ZrF_7$  выполнены на ориентированных кристаллических пластинках.

Результаты оптических наблюдений пластинок ориентаций  $[100]_c$ ,  $[110]_c$  и  $[111]_c$  кристалла  $(NH_4)_3ZrF_7$  свидетельствуют о нарушении кубической оптической изотропии и существовании последовательности фазовых переходов: кубическая ( $G_1$ )  $\leftrightarrow$  тетрагональная ( $G_2$ )  $\leftrightarrow$  моноклиная<sup>1</sup> ( $G_3$ )  $\leftrightarrow$  триклинная ( $G_4$ )  $\leftrightarrow$  моноклиная<sup>2</sup> ( $G_5$ ) при температурах ниже комнатной (рис. 12).

Профили рентгеновских отражений от монокристаллических пластинок изменяются при понижении температуры и согласуются с предложенными выше группами симметрии искаженных фаз. В фазе  $G_4$  размер ячейки вдоль осей кубической фазы  $G_1$  увеличивается в четыре раза, что необычно для подобных кристаллов. Сверхструктурные отражения, появившиеся в  $G_4$ , остаются и в фазе  $G_5$ .

Из совокупности оптических и структурных данных предлагается следующая последовательность фаз:  $O_h^5$  ( $Z=4$ )  $\leftrightarrow$   $C_{4h}^5$  ( $Z=2$ )  $\leftrightarrow$  моноклиная<sup>1</sup> ( $Z=4$ )  $\leftrightarrow$   $C_i^1$  ( $Z=256$ )  $\leftrightarrow$  моноклиная<sup>2</sup> ( $Z=512$ )

10. Проведен сбор, систематизация и кристаллохимический анализ структурных данных соединений, содержащих в составах по 5 анионов и от 1 до 4-х катионов ( $A_nX_5$ ). Такие соединения известны среди галогенидов, оксидов, сульфидов, селенидов и насчитывают много представителей и порядка ста структурных типов. Структуры соединений с пятью анионами с единых принципов практически не рассмотрены. Большинство их структур содержат октаэдрические цепочки разных комбинаций. Анализировались структуры типов:  $K_2PrCl_5$ ,  $Cs_2DyCl_5$ ,  $K_2SmF_5$ ,  $Y_2HfS_5$ , семейства браунмиллерита, родственные  $InFeZn_2O_5$  и другие. Результаты анализа показывают, что среди рассмотренных систем можно синтезировать 527 новых соединений.

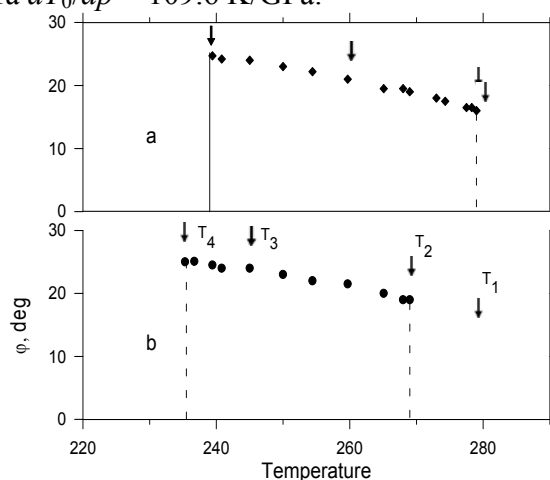


Рис. 12. Температурное поведение угла поворота оптической индикатрисы  $\varphi(T)$  в кристалле  $(NH_4)_3ZrF_7$  относительно направления  $[100]_c$ : а – нагревание:  $T_{1\uparrow} = 281K$ ,  $T_{2\uparrow} = 279.6K$ ,  $T_{3\uparrow} = 260\div 265K$ ,  $T_{4\uparrow} = 238K$ . б – охлаждение:  $T_{1\downarrow} = 280K$ ,  $T_{2\downarrow} = 269\div 270K$ ,  $T_{3\downarrow} = 246K$ ,  $T_{4\downarrow} = 235K$ .

11. Сдана в печать монография: **Эффективные пьезоэлектрические кристаллы для акустоэлектроники, пьезотехники и сенсоров**/ К.С. Александров, Б.П. Сорокин, С.И. Бурков; отв. редактор С.Г. Овчинников; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т физики им. Л.В. Киренского, М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Сиб. федеральный ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, том 2.

#### ПУБЛИКАЦИИ

1. Безносиков Б.В., Александров К.С. *Кристаллохимия и прогноз соединений типа браунмиллерита* // Перспективные материалы, 2008, № 1, с. 1-5.
2. Безносиков Б.В., Александров К.С. *Прогноз соединений, родственных  $\text{InFeZn}_2\text{O}_5$*  // Журнал структурной химии, 2008, Т. 49, № 1, с. 47-51.
3. Безносиков Б.В., Александров К.С. *Прогноз новых соединений в семействе дельфоссита* // Журнал структурной химии (в печати).
4. Замкова Н.Г., Зиненко В.И. *Неэмпирический расчет сегнетоэлектрического фазового перехода в неупорядоченных и упорядоченных твердых растворах  $\text{PbSc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  и  $\text{PbSc}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$  с использованием модельного гамильтониана* // ЖЭТФ, 2008, 133, с. 622
5. Жандун В.С., Замкова Н.Г., Зиненко В.И. *Динамика решетки, сегнетоэлектрическая и антисегнетоэлектрическая нестабильность и сегнетоэлектрический фазовый переход в неупорядоченных твердых растворах  $\text{PbB}'_{1/2}\text{B}''_{1/2}\text{O}_3$  ( $\text{B}' = \text{Ga, In, Lu}$ ;  $\text{B}'' = \text{Nb, Ta}$ )* // ЖЭТФ, 2008, 133, с. 1266.
6. Горев М.В., Флёров И.Н., Sciau Ph., Guillemet-Fritsch S. *Исследование теплового расширения твердых растворов  $(\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x)\text{Ti}_{1-x/4}\text{O}_3$*  // ФТТ (в печати).
7. Gorev M., Bondarev V., Flerov I., Maglione M., Simon A., Sciau Ph., Boluos M., Guillemet-Fritsch S. *Thermal expansion, polarization and phase diagrams of  $\text{Ba}_{1-y}\text{Bi}_{2y/3}\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_3$  and  $\text{Ba}_{1-y}\text{La}_y\text{Ti}_{1-y/4}\text{O}_3$  compounds* // J. Phys.: Condens. Matter (в печати).
8. Фокина В.Д., Флёров И.Н., Молокеев М.С., Погорельцев Е.И., Богданов Е.В., Крылов А.С., Бовина А.Ф., Воронов В.Н., Лапташ Н.М. *Теплоемкость, фазовая T-p диаграмма и структура  $\text{Rb}_2\text{KTiOF}_5$*  // ФТТ, 2008, Т. 50, Вып. 11, с. 2084-2092.
9. Мельникова С.В., Лапташ Н.М. *Фазовые переходы в ромбическом оксофториде  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_2\text{F}_4$*  // ФТТ, 2008, Т. 50, Вып. 3, с. 463-496.
10. С.В.Мисюль, С.В.Мельникова, А.Ф.Бовина, Н.М.Лапташ *Оптические и рентгеновские исследования симметрии искаженных фаз кристалла  $(\text{NH}_4)_3\text{ZrF}_7$*  // ФТТ, 2008, Т. 50, Вып. 10, с. 1871-1876.
11. Александрова И.П., Суховский А.А., Иванов Ю.Н., Яблонская Ю.Е., Вахрушев С.Б. *Исследование локального порядка в структуре  $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$  (NBT) методом ЯМР  $^{23}\text{Na}$  в слабом магнитном поле.* // ФТТ, 2008, Т.50, №3, с. 479-484.

**II. Исследование влияния легирования РЗЭ на оптические свойства ромбической модификации трибората висмута. Изучение особенностей образования ростовых доменов, пьезоэлектрического эффекта и квазифазового синхронизма в кристаллах тетрабората стронция. Исследование условий раствор-расплавного синтеза  $\text{REFe}_3(\text{BO}_3)_4$ .**

1. С целью изучения условий легирования новой орторомбической модификации трибората висмута ( $\delta\text{-BiB}_3\text{O}_6$ ) редкоземельными элементами (РЗЭ) выполнены ростовые эксперименты, в ходе которых получены монокристаллы, содержащие примесные ионы неодима, европия и церия. Были получены спектры поглощения легированных кристаллов. Обнаружено, что в орторомбической модификации уровень легирования РЗЭ может быть выше на два порядка величины, чем в моноклинной. Коэффициент поглощения в области длин волн накачки ионов неодима полупроводниковыми лазерами, измеренный в нашем образце  $\text{BiBO}$  с Nd, составляет около  $50 \text{ см}^{-1}$ . Наблюдалась также интенсивная люминесценция ионов европия в  $\delta\text{-BiB}_3\text{O}_6$ .

2. Были продолжены исследования образования ростовых доменных структур в кристаллах SBO. Обнаружено, что такие структуры образуются только в одном из секторов роста.

3. Измерен коэффициент пьезоэлектрического эффекта квазистатическим методом –  $0,24 \times 10^{-5}$  Кл/м<sup>2</sup>×К. Создана установка для изучения пьезоэффекта в SrB<sub>4</sub>O<sub>7</sub> (SBO) в динамическом режиме, в процессе воздействия импульсами излучения полупроводникового лазера. Зарегистрирован электрический импульсный сигнал, обусловленный пьезоэффектом. Сканирование сфокусированного пятна излучения лазера по поверхности доменной структуры сопровождается сменой полярности электрического импульса при переходе через доменные стенки, что подтверждает пьезоэлектрическую природу доменов в SBO, а также демонстрирует возможность пьезоэлектрического картирования доменных структур.

4. Экспериментально и теоретически изучено явление случайного квазисинхронизма для процесса преобразования второй гармоники излучения неодимового лазера в четвертую гармонику на нерегулярных ростовых доменных структурах в кристалле (SBO). Получена экспериментальная угловая зависимость сигнала генерируемого излучения для образца SBO, которая хорошо согласуется с результатами теоретических расчетов (рис. 13). Измерен фактор увеличения (500) интенсивности второй гармоники за счет случайного квазисинхронизма, который также находится в согласии с расчетом.

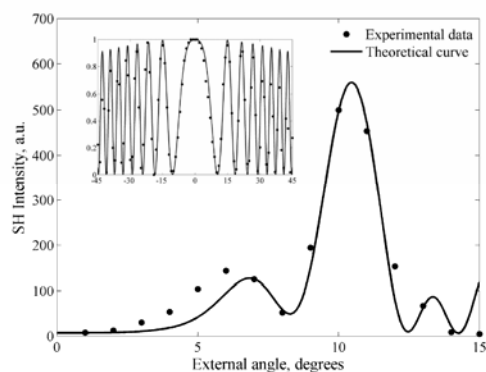


Рис. 13. Угловая зависимость интенсивности генерации второй гармоники в кристалле SBO с исследуемой доменной структурой. На вставке – зависимость для монодоменного образца.

5. Исследовано кристаллообразование редкоземельных ферроборатов RFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (R = Pr, Ho, Dy, Tb, Er) в растворах-расплавах на основе тримолибдата висмута (100-n)%масс.(Bi<sub>2</sub>Mo<sub>3</sub>O<sub>12</sub> + pB<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + qR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + n%масс.RFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

Установлено, что в окрестности p = 3, q = 0.6, n = 25 существует такой выбор (p, q, n), при котором тригональная фаза RFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> является высокотемпературной и кристаллизуется в достаточно широком температурном интервале. Для таких растворов-расплавов определены параметры кристаллизации и условия устойчивого роста монокристаллов, разработаны методики их выращивания на затравках. Выращены образцы для комплексных экспериментальных исследований. Выполнены приоритетные работы по изучению магнитных свойств DyFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, магнитоэлектрических взаимодействий в PrFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>, и магнитоупругих эффектов в TbFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub>.

6. Одним из направлений исследования методом электронного магнитного резонанса (ЭМР) было участие в работе по изучению изменения фазового состояния в алюмо-боратных стеклах при введении в них в процессе синтеза Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MnO. ЭМР в приготовленных стеклах показывает сосуществование изолированных парамагнитных ионов, кластеров и наночастиц. В термически обработанных стеклах формируются более крупные наночастицы с суперпарамагнитными свойствами, принадлежащими к марганцевому ферриту. Дальнейшая термообработка приводит к укрупнению наночастиц и, по данным ЭМР, переходу в ферромагнитное состояние. Данные Мессбауэровской спектроскопии подтвердили это заключение.

Проведено исследование обменного взаимодействия в трехслойных пленках Co/Ge/Co. Исследуемые образцы были получены методом магнетронного распыления. Интерпретация результатов ЭМР проводилась в рамках модели биквадратичного обмена. На основании измеренных температурных и угловых зависимостей спектра ЭМР были получены следующие значения константы обменного взаимодействия при комнатной температуре (в ед.  $\cdot 10^{-5}$  эрг/см<sup>2</sup>): –2, –3 и –2.2 для толщин прослойки германия 18, 9 и 3 нм соответственно. Отрицательная величина  $J$  свидетельствует об антиферромагнитной природе обменного взаимодействия. Осцилляции обменного взаимодействия от толщины прослойки наблюдалась ранее в других пленках.

12. Интеркалаты в оксиде графита (OG) аммониевой (Am) соли додекагидро-клозо-додекаборной кислоты – OG- $x\text{Am}_2\text{B}_{12}\text{H}_{12}$  ( $x=1.67$  и  $0.46$ ) были исследованы методами ЯМР  $^{11}\text{B}$  в низком ( $\nu_0=15.7$  МГц) и высоком (96.3 МГц) поле с магическим вращением образца (MAS, 15 кГц). Полученные экспериментальные данные подтверждают предположение о существовании процесса деградации высокосимметричного аниона  $[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]^{2-}$  интеркалированного в оксид графита. Этот процесс идет постоянно, но активизируется при повышении температуры. Из анализа спектров ЯМР установлено, что в нормальных условиях и при умеренных температурах имеет место переход  $[\text{B}_{12}\text{H}_{12}]^{2-} \rightarrow [\text{OB}_{11}\text{H}_{12}]$ .

#### ПУБЛИКАЦИИ

1. Aleksandrovsky A.S., Vasiliev A.D., Zaitsev A.I., Zamkov A.V.. *Growth, optical and electromechanical properties of single crystalline rhombic bismuth triborate* // Journal of Crystal Growth, 2008, V. 310, №18, pp. 4027-4030.
2. Zaitsev A.I., Aleksandrovsky A.S., Vasiliev A.D., Zamkov A.V. *Domain structure in strontium tetraborate single crystal* // Journal of Crystal Growth, 2008, V. 310, №1, pp. 1-4.
3. Aleksandrovsky A.S., Vyunishev A.M., Zaitsev A.I., and Zamkov A.V. *Characterization of Domain Structure in Strontium Tetraborate Crystals Via Nonlinear Diffraction* // Известия высших учебных заведений. Физика, 2008, Т. 51, №10/2, с. 120-125.
4. Aleksandrovsky A.S., Vyunyshev A.M., Shakhura I.E., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. *Random quasi-phase-matching in nonlinear photonic crystal structure of strontium tetraborate* // Phys. Rev. A, 2008, V. 78, pp. 031802(1-4).
5. Popova E.A., Tristan N., Vasiliev A.N., Temerov V.L., Bezmaternykh L.N., Leps N., Buchner B., Klinger R. *Magnetization and specific heat of  $\text{DyFe}_3(\text{BO}_3)_4$  single crystal* // The European Physical Journal B: Condensed Matter and Complex Systems, 2008, V 62, №2, pp. 123-128.
6. Кадомцева А.М., Попов Ю.Ф., Воробьев Г.П., Мухин А.А., Иванов В.Ю., Кузьменко А.М., Безматерных Л.Н. *Влияние синглетного основного состояния иона  $\text{Pr}^{3+}$  на магнитные и магнитоэлектрические свойства мультиферроика  $\text{PrFe}_3(\text{BO}_3)_4$*  // Письма в ЖЭТФ, 2008, Т. 87, Вып. 1, 2008, с. 45-50.
7. Звягина Г.А., Жеков К.Р., Безматерных Л.Н., Гудим И.А., Билыч И.В., Звягин А.А. *Магнитоупругие эффекты в ферроборате тербия* // Физика низких температур, 2008, Т. 34, №11, с. 1142-1151.
8. Kliava J., Edelman I., Ivanova O., Ivantsov R., Bayukov O., Petrakovskaja E., Zaikovskiy V., Bruckental I., Yeshurun Y., Stepanov S. *Formation and evolution of magnetic nanoparticles in borate glass simultaneously doped with Fe and Mn oxides* // J. Appl. Phys., 2008, V. 104, p. 1.

### III. Отработка управляемого синтеза наноструктур на основе фуллеренов, синтез и исследование тонких пленок $\text{C}_{52}\text{Si}_8$ и $\text{C}_{62}\text{Si}_8$ .

1. На рис. 14 представлена установка, изготовленная в 2008 г, которая позволяет исследовать влияние звукового поля на фуллереновую плазму.



Рис. 14. Фотография установки для ВЧ синтеза наночастиц (фуллеренов, углеродных нанотрубок) в потоке гелия

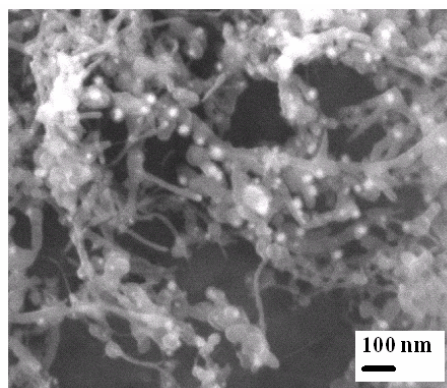


Рис. 15. Электронно-микроскопическое изображение углеродного конденсата со стенок камеры

Экспериментально было показано, что под действием звукового поля в остывающей углеродно-гелиевой плазме, содержащей никель, процесс образования нанодисперсных продуктов происходит интенсивнее. Применение методов КР, ИК, ФЭС, ЭМР позволили определить, что в данной установке графит переводится в углеродный конденсат с конверсией 98%. Изображение углеродного конденсата представлено на рис. 15. Состав углеродного конденсата: 9% фуллеренов; 72% углеродных нанотрубок (УНТ); 10.5% никеля. Кипячение в азотной кислоте позволило выделить 81% УНТ, содержащих наночастицы никеля – 4.5%. Анализ КР спектра в области “дыхательной” моды одностеночных нанотрубок (ОНТ) показал, что максимумы Лоренцевых компонент отвечают частотам 163, 169, 175, 182, 193 и 199  $\text{см}^{-1}$ , что соответствует наличию ОНТ с диаметрами равными 1.44, 1.38, 1.33, 1.29, 1.21 и 1.78 нм.

Также удалось выделить наночастицы никеля, покрытые углеродом, и гидроксильированный фуллерен. Магнитные измерения показали, что наночастицы никеля в УНТ находятся, в основном, в однодоменном состоянии (рис. 16). Кроме этого в спектре ЭМР наблюдается еще тонкая структура (рис. 17). Наличие тонкой структуры можно объяснить диполь-дипольным взаимодействием магнитных наночастиц или проявлением размерного магнитного эффекта. Последнее соответствует предположению, что размеры нанокластеров соответствуют магическим числам, и, соответственно, в системе находятся ансамбли наночастиц одного размера, имеющие одну и ту же коэрцитивную силу. Дальнейшие исследования позволят разобраться, какой механизм реализуется в действительности. Тем не менее, уже сейчас очевидно, что такие частицы можно использовать в качестве материалов поглощающих электромагнитное излучение.

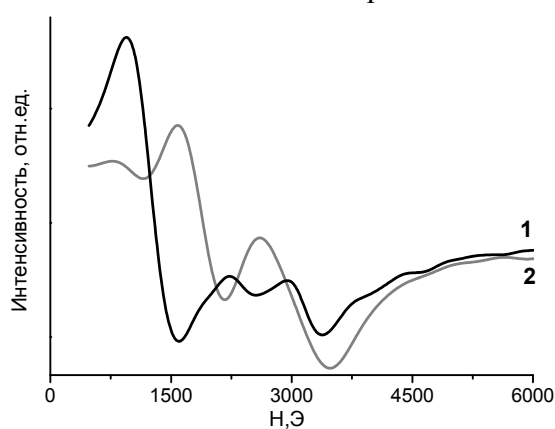


Рис. 16. ЭМР спектры наночастиц никеля в углеродной матрице: 1 – 77K, 2 – 293K

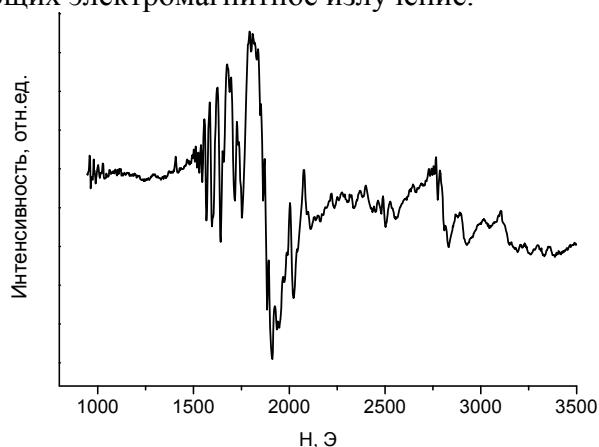


Рис. 17. ЭМР – спектр наночастиц никеля в углеродной матрице с присутствием тонкой структуры, 293K

2. Для выполнения поставленной задачи изготовлена установка, позволяющая управлять параметрами синтеза за счет воздействия звукового поля на остывающую углеродно-гелиевую плазму (рис. 14). Теоретически ведется поиск условий, при которых выход  $C_{52}Si_8$  и  $C_{62}Si_8$  будет наибольшим. Проведенные квантово-химические расчеты с учетом термодинамики еще раз показали, что структура  $C_{52}Si_8$  и  $C_{62}Si_8$  приведенная в работе [Bulina N. V. et al. *Arc Synthesis of Silicon-Doped Heterofullerenes in Plasma at Atmospheric Pressure* // Fullerene, Nanotubes, and Carbon Nanostructures, 2007, V. 15, №5, pp. 395-400] наиболее выгодна.

3. Выполнен плазмохимический синтез наночастиц на основе железа, кобальта и оксидов железа в матрице фуллерита. Методом электромагнитного резонанса определено, что наночастицы содержащиеся в выделенных фуллеренах обладают суперпарамагнитными свойствами и размером не более 10 нм. Установлено, что магнитные свойства наночастиц железа в матрице фуллерита обеспечены резким увеличением спинового момента частиц при уменьшении их размера.

4. Нами были изготовлены композиты: на основе СВМПЭ (сверхвысокомолекулярный полиэтилен) и наночастиц триоксида вольфрама. Частицы вольфрама получены плазмохимическим методом и окислены на воздухе. Размер частиц  $WO_3$  составляет  $48 \pm 7$  нм. Анализ ИК-спектров показал, что в образцах композита наблюдается полоса ( $800 \text{ см}^{-1}$ ), соответствующая С-Н деформационным колебаниям. Наличие данных колебаний можно объяснить возникновением напряжений в области границы: СВМПЭ – наночастица  $WO_3$ . Исследования методом комбинационного рассеяния показали, что  $WO_3$  прореагировал с СВМПЭ и частично восстановился. Измерение диэлектрической проницаемости в диапазоне от 5 до 500 МГц показали, что для СВМПЭ –  $\epsilon = 2.3$ , для композита, содержащего 7%  $WO_3$  -  $\epsilon = 2.57$ .

Были изготовлены образцы, состоящие СВМПЭ с добавками фуллерена, а также образцы с добавками  $WO_3$  и испытаны на стойкость к истиранию в абразивной среде. Установлено, что лучшие результаты соответствуют образцам полиэтилена с содержанием 1%  $WO_3$  (улучшение износостойкости изделий в пять раз) и 2% фуллеренов (улучшение износостойкости изделий в 2.5 раза).

5. Возможности использования полученных материалов:

1. Наличие размерного магнитного эффекта в получаемых нами наночастицах никеля можно использовать при приготовлении поглощающих электромагнитное излучение покрытиях.

2. Приготовление композитов на основе СВМПЭ с содержанием 1%  $WO_3$  позволяет улучшать износостойкость изделий в пять раз, а с содержанием 2% фуллеренов позволяет улучшать износостойкость изделий в 2.5 раза.

#### ПУБЛИКАЦИИ

1. Внукова Н.Г., Лопатин В.А., Булина Н.В., Чурилов Г.Н. *Спектральные характеристики дугового разряда атмосферного давления в процессе синтеза фуллереновых производных* // Журнал технической физики, 2008, Т. 78, Вып.6, с. 76-78.
2. Чурилов Г.Н. *Способ синтеза фуллереновой смеси в плазме при атмосферном давлении* // Патент РФ № 2320536 С2, БИ № 9, 2008.
3. Чурилов Г.Н. *Источник света для спектрального анализа* // Патент РФ № 2326353, БИ № 16, 2008.
4. Churilov G.N. *Synthesis of fullerenes and other nanomaterials in arc discharge* // Fullerene, nanotubes and carbon nanostructures, 2008, V. 16, №5-6, pp. 395-403.

**IV. Расчет последовательности радиочастотных импульсов для выполнения методами ЯМР на системе из нескольких квадрупольных ядер (кудитах) трех квантовых алгоритмов (преобразования Фурье, поиска порядка подстановки, сумматора), моделирование и исследование их работы на компьютере с целью выбора оптимальных условий реализации.**

1. Предложена квантовая схема для выполнения алгоритма поиска порядка подстановки на двух кудитах (квантовых многоуровневых системах) с числом уровней  $d_1$  и  $d_2$ . Рассчитана последовательность из 70 импульсов радиочастотного (РЧ) магнитного поля, необходимая для реализации алгоритма на двух квадрупольных ядрах с величинами спинов  $I_1 = 7/2$  ( $d_1 = 8$ ) и  $I_2 = 3/2$  ( $d_2 = 4$ ) (рис. 18), выполнено численное моделирование работы алгоритма и исследована зависимость ошибки от параметров (рис. 19). Найден способ получения квазичистого состояния. Ранее этот алгоритм обсуждался для кубитов и был реализован методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на пяти ядерных спинах. Мы впервые рассмотрели возможность его реализации на двух кудитах.

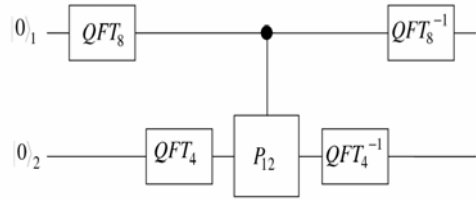


Рис. 18. Квантовая схема для алгоритма поиска порядка подстановки на двух кудитах при  $d_1 = 8$  и  $d_2 = 4$ .  $P_{12}$  – оператор контролируемого сдвига фазы.  $QFT_d$  – оператор квантового преобразования Фурье.

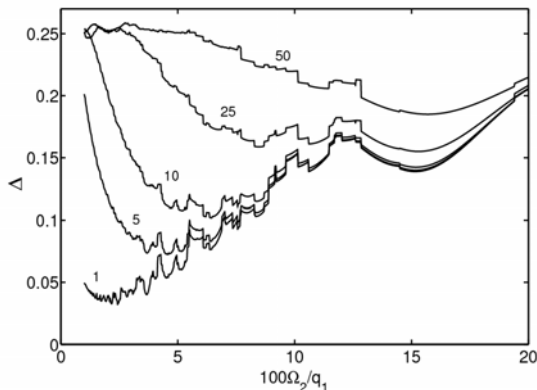


Рис. 19. Зависимость от амплитуды РЧ поля ( $\Omega_2$ ) ошибки реализации алгоритма поиска порядка подстановки  $\Delta = \frac{1}{32} \sqrt{\sum_{i,j} |U_{ij} - U_{ij}^{teor}|^2}$ , где  $U_{ij}^{teor}$  –

элементы матрицы  $32 \times 32$  идеального оператора алгоритма в целом, а  $U_{ij}$  – элементы численно рассчитанной матрицы оператора алгоритма, полученного с помощью произведения операторов эволюции отдельных РЧ импульсов. Цифрами на кривых показана величина спин-спинового взаимодействия в единицах  $10^5 J/q_1$ . Значения ларморовских частот и квадрупольных констант:  $\omega_1 = 3000$ ;  $\omega_2 = 6000$ ;  $q_1 = 100$ ;  $q_2 = 200$ .

осуществляющие селективные повороты между соседними уровнями в системах с 3, 4, 5 и 6 неэквидистантными уровнями. Выполнено численное моделирование реализации полученных последовательностей на примере квадрупольных ядер с соответствующими величинами спинов, управляемых мощными неселективными РЧ импульсами, и

Важным элементом квантового компьютера является сумматор. К настоящему времени изучена работа сумматора на кубитах. Нами предложена схема из квантовых элементарных логических операторов на кудитах для сумматора в троичной системе счисления. Найдена последовательность РЧ импульсов для его реализации методом ЯМР на цепочке квадрупольных ядер со спином  $I=1$ . Выполнено численное моделирование работы сумматора.

Основой реализации квантовых алгоритмов служат избирательные переходы между частью уровней. В системах со слабым квадрупольным взаимодействием для уменьшения ошибки приходится увеличивать длительность простых селективных импульсов. Той же цели можно добиться с помощью составных импульсов. Рассчитаны последовательности операторов неселективных поворотов, разделенных интервалами свободной эволюции,

исследованы зависимости ошибки реализации от параметров внешних и внутренних взаимодействий. Показано, что ошибка составного оператора селективного поворота может быть сделана существенно меньше, чем ошибка простого одиночного селективного импульса. Ранее составные селективные импульсы использовались для ядер со спином  $I=1/2$  с разными ларморовскими частотами.

#### ПУБЛИКАЦИИ

1. Зобов В.Е., Шауро В.П., Ермилов А.С. *Выполнение квантового алгоритма поиска порядка подстановки на двух кубитах* // Письма в ЖЭТФ, 2008, Т. 87, Вып. 6, с. 385-390.
2. Zobov V. E., Shauro V. P. *Selective control of states of a three-level quadrupolar nucleus using non-selective radio-frequency pulses* // Proceeding of SPIE, 2008, V 7023, 70230N, p. 10.
3. Зобов В.Е., Шауро В.П. *Избирательное управление состояниями многоуровневых квантовых систем с помощью неселективных операторов поворота* // ЖЭТФ, 2008, Том 135, Вып. 1.

## Проект 2.2.1.2. Теория основного состояния, спектра возбуждений и кинетических свойств сильно коррелированных материалов и неоднородных наноструктурных сред

Проект выполняется в лабораториях теоретической физики и теории нелинейных процессов.

### 1. Развитие теории основного состояния и кинетических свойств сильно коррелированных электронных систем и квантовых магнетиков

1.1. Для периодической модели Андерсона в режиме сильных корреляций с точностью до членов четвертого порядка по параметру  $V/U$ , построен эффективный гамильтониан  $H_{\text{eff}}$ , содержащий взаимодействия, индуцирующие как магнитное упорядочение, так и куперовскую неустойчивость в условиях смешанной валентности редкоземельных ионов. На основе численных расчетов получены данные о зависимости параметров эффективных взаимодействий от расстояния между узлами кристаллической решетки (рис.1.1). Показано, что возникающий набор обменных интегралов соответствует сильным фрустрациям в подсистеме локализованных спиновых моментов и способствует подавлению антиферромагнитного параметра порядка с возможным переходом в состояние квантовой спиновой жидкости. Существенно, что среди слагаемых  $H_{\text{eff}}$ , индуцирующих переход в сверхпроводящую фазу, содержатся слагаемые, приводящие к d- типу симметрии сверхпроводящего параметра порядка, наблюдаемому во многих тяжелофермионных соединениях.

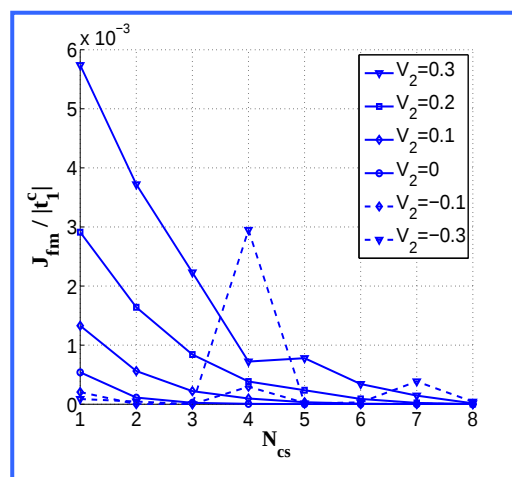


Рис.1.1 Зависимость интеграла косвенного обменного взаимодействия от номера координационной сферы.

1.2. В рамках периодической модели Андерсона в пределе сильных электронных корреляций развита теория сверхпроводящего (SC) состояния с s-типом симметрии параметра порядка (переход в такое состояние экспериментально наблюдался в тяжелофермионном скуттерудите  $\text{LaFe}_4\text{P}_{12}$  Y.Nakai, et.al., JPSJ, **74**, 3370, 2005). Получены точные представления функций Грина SC-фазы через нормальные и аномальные компоненты массового и силового операторов. Показано, что при описании SC-фазы существенную роль играют аномальные компоненты силового оператора, отражающие спин-флуктуационные процессы в локализованной подсистеме. В однопетлевом приближении эти компоненты вычислены из решения бесконечной системы интегральных уравнений самосогласования для SC- фазы. Численные расчеты показали, что включение

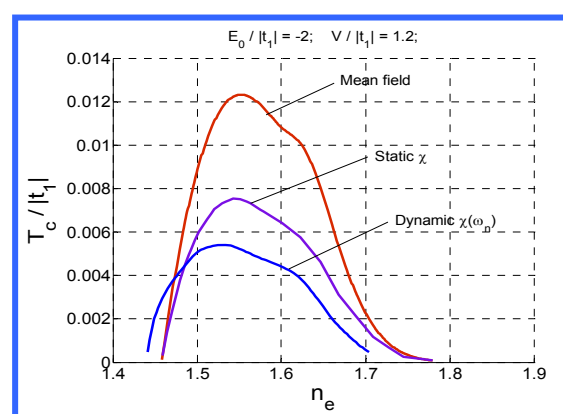


Рис.1.2 Сравнение концентрационных зависимостей температуры перехода в сверхпроводящее состояние с s-симметрией параметра порядка для трех вариантов учета

процессов рассеяния на спиновых флуктуациях приводит к существенной ренормировке критической температуры и смещению границ SC-области на фазовой диаграмме (рис.1.2)

1.3. На основе неприводимых по Мори операторов предложена методика описания межузельных взаимодействий фермионов в периодической модели Андерсона с включенным кулоновским взаимодействием между двумя группами электронов. Показано, что корректный учет межузельных корреляций приводит к возникновению дополнительных уровней энергии, обусловленных зарядовыми флуктуациями. В частности, имеет место возникновение двухуровневой картины локализованных состояний с перераспределенной спектральной интенсивностью. Это приводит к формированию двух пиков плотности электронных состояний в окрестности нижнего и верхнего квазилокализованных уровней (рис.1.3). Следует подчеркнуть, что пик плотности состояний в окрестности химического потенциала получен без привлечения идеологии слэив-бозонного представления.

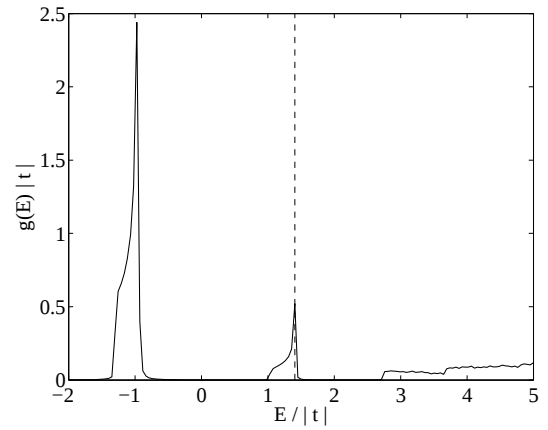


Рис.1.3. Плотность электронных состояний ( $n_f=0.98$ ,  $n_d=0.05$ ,  $\square=1.4$ ). Пунктирной линией показано положение химического потенциала.

1.4. Для двумерной решетки Кондо в режиме сильной связи исследована природа куперовской неустойчивости в подсистеме спиновых поляронов. Вывод эффективных взаимодействий, возникающих между спин-поляронными квазичастицами, основан на использовании условия, что  $s$ - $d$ -обменный интеграл  $J$  и энергия Хаббарда  $U$  являются наибольшими энергетическими параметрами рассматриваемой системы. В этих условиях осуществляется переход к эффективному гамильтониану,

$$\hat{H}_{eff} = \sum_f (\varepsilon_{sp} - \mu) X_f^{SS} + \frac{1}{2} \sum_{fm\sigma} t_{fm} X_f^{S\sigma} X_m^{\sigma S} + \frac{1}{2} \sum_{fm} I_{fm} (\tilde{S}_f \tilde{S}_m) + \frac{1}{2} \sum_{fm} V_{fm} X_f^{SS} X_m^{SS} + \hat{H}_{(3)},$$

в котором вклады от высших по энергии одноузельных состояний учитываются в рамках операторной формы теории возмущений и отражаются посредством появления новых взаимодействий. Для получения уравнений самосогласования в сверхпроводящей фазе использован метод неприводимых функций Грина. В рамках данного метода получено уравнение, решения которого определяют температуру перехода в сверхпроводящую фазу с  $d_{x^2-y^2}$ -типом симметрии параметра порядка

$$1 = \frac{\tilde{G}}{N} \sum_{\vec{q}} \frac{3}{8} \frac{(\cos q_x - \cos q_y)^2}{(\varepsilon_{\vec{q}} - \mu)} \text{th} \left( \frac{\varepsilon_{\vec{q}} - \mu}{2T_c} \right),$$

с константой связи

$$\tilde{G} = I - \frac{2(2-n)t^2}{3J} + \frac{(4-n)t^2}{3(U+3J/2)} - \frac{(5-4n)I^2}{24J}.$$

Эффективная константа связи  $\tilde{G}$  формируется в результате действия нескольких факторов. Первое слагаемое соответствует притяжению спиновых поляронов и обеспечивает положительный вклад в суммарный механизм куперовского спаривания. Второе, третье и четвертое слагаемые обязаны своим происхождением учету двух- и трехцентровых взаимодействий  $\hat{H}_{(3)}$  между

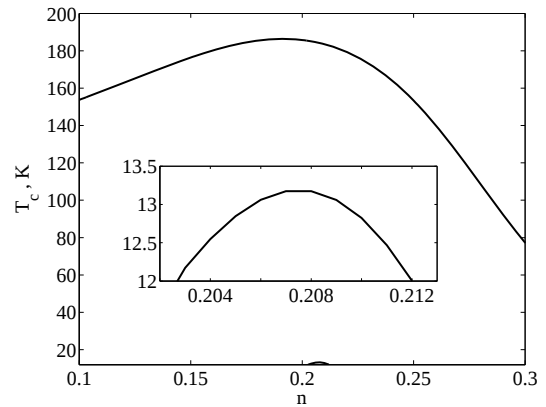


Рис.1.4. Концентрационная зависимость критической температуры, рассчитанная при учете  $\hat{H}_{(3)}$  (верхняя кривая) и без их учета (нижняя кривая) для набора параметров  $t' = 0.6|t|$ ,  $t'' = 0.22|t|$ ,  $J = 5|t|$ ,  $U = 5|t|$ ,  $I = 0.33|t|$ . На вставке в мелком масштабе представлена нижняя кривая.

своем происхождением учету двух- и трехцентровых взаимодействий  $\hat{H}_{(3)}$  между

спиновыми поляронами. Второе и четвертое слагаемые происходят от процессов виртуальных переходов в триплетные спин-поляронные состояния как за счет перескоков дырок, так и за счет обменного взаимодействия. Эти вклады формируют отталкивание спиновых поляронов. Третье слагаемое происходит от процессов заброса в одноузловые состояния с двумя дырками, которые приводят к взаимному притяжению поляронов. Таким образом,  $\hat{H}_{(3)}$  частично компенсируют уменьшение константы связи, вызванное отталкиванием спиновых поляронов, и, тем самым, существенно влияют на условия реализации сверхпроводящей фазы. При расчете концентрационной зависимости  $T_c$  параметры выбирались таким образом, чтобы без учета  $\hat{H}_{(3)}$  существовала область реализации сверхпроводящей фазы. Из рис.1.4 видно, что при учете  $\hat{H}_{(3)}$  критические температуры в данной области параметров достигают достаточно высоких значений  $T_c$  в области оптимального допирования ( $\sim 180$  K). Если же  $\hat{H}_{(3)}$  не принимаются во внимание, то максимальное значение  $T_c$  достигает лишь 13 K. В случае, когда параметры выбираются так, чтобы в области оптимального допирования реализовывались  $T_c$ , характерные для купратных сверхпроводников, то без учета  $\hat{H}_{(3)}$  сверхпроводящая фаза оказывается подавленной. Также показано, что возрастание  $U$  приводит к понижению  $T_c$  в соответствии с тем, что при таком изменении  $U$  эффективность виртуальных забросов в состояния с двумя дырками подавляется, и суммарная константа связи уменьшается. Полученная концентрационная зависимость критической температуры показывает, что предложенная модель взаимодействующего ансамбля спиновых поляронов является реальной альтернативой  $t$ - $J^*$ -модели для интерпретации свойств высокотемпературной сверхпроводимости.

1.5. Методом диаграммной техники для операторов Хаббарда исследовано влияние динамических спин-флуктуационных процессов рассеяния на область реализации сверхпроводящей фазы сильно коррелированных электронов  $t$ - $t'$ - $t''$ - $J^*$ - модели, учитывающей дальние перескоки и трехцентровые взаимодействия. При учете вкладов от аномальных компонент  $P_{0\sigma, \bar{0}}$  силового оператора  $\hat{P}$  получены модифицированные уравнения Горькова, представляющие собой бесконечную систему интегральных уравнений

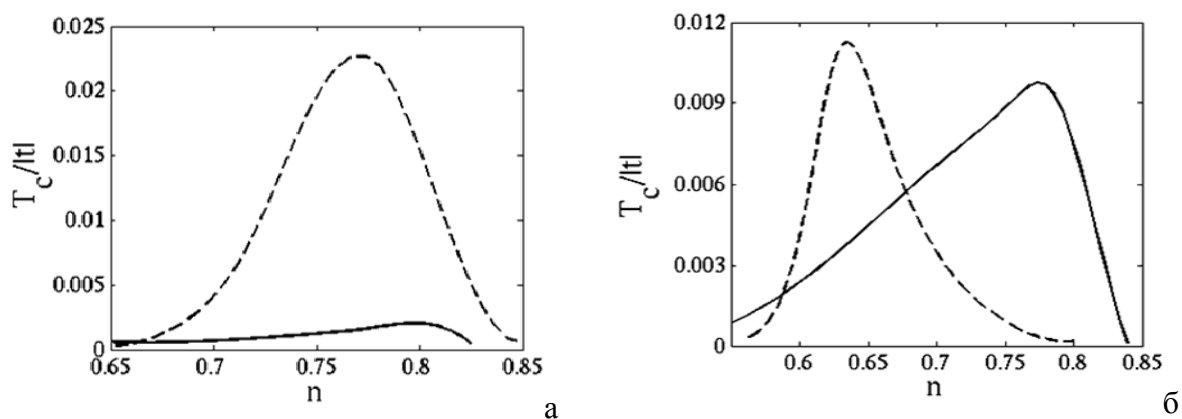


Рис.1.5. Зависимости  $T_c(n)$  от концентрации электронов при различных значениях параметров модели: а)  $t' = -0.1|t|$ ,  $t'' = 0.1|t|$ ,  $J = 0.4$ ; б)  $t' = -0.1|t|$ ,  $t'' = -0.1|t|$ ,  $J = 0.4$ . Пунктиром показаны зависимости  $T_c(n)$  в приближении среднего поля, сплошными линиями – кривые, полученные при учете спин-флуктуационных процессов рассеяния.

$$\Sigma_{12}(\vec{k}) = -\frac{T}{N} \sum_{\vec{q}, \omega_m} A_{\vec{k}}(\vec{q}) \frac{2\Sigma_{12}(\vec{q}) - t_{\vec{q}} P(\vec{q}, i\omega_m)}{\det(\vec{q}, \omega_m)}$$

$$P(\vec{k}, i\omega_m) = -\frac{T}{N} \sum_{\vec{q}, \omega_l} B_{\vec{k}}(\vec{q}) \chi_C^-(\vec{q} - \vec{k}, i\omega_l - i\omega_m) \frac{2\Sigma_{12}(\vec{q}) - t_{\vec{q}} P(\vec{q}, i\omega_l)}{\det(\vec{q}, i\omega_l)}.$$

Для приводимого по Ларкину аномального дайсоновского массового оператора  $\Delta(\vec{k}, i\omega_m) = \Sigma_{12}(\vec{k}) - \frac{1}{2} t_{\vec{k}} P(\vec{k}, i\omega_m)$  система уравнений самосогласования представима в виде

$$\Delta(\vec{k}, i\omega_m) = -\frac{T}{N} \sum_{\vec{q}, \omega_l} \left\{ 2A_{\vec{k}}(\vec{q}) - t_{\vec{q}} B_{\vec{k}}(\vec{q}) \chi_C^-(\vec{q} - \vec{k}, i\omega_l - i\omega_m) \right\} \frac{\Delta(\vec{q}, i\omega_l)}{\det(\vec{q}, i\omega_l)}.$$

Здесь второе слагаемое, содержащее спиновую восприимчивость, определяет спин-флуктуационный механизм куперовского спаривания. Видно, что процессы рассеяния на спиновых флуктуациях существенно модифицирует уравнения самосогласования по сравнению со случаем, когда магнитные корреляции учитываются в простейшем приближении на основе расщепления и являются статическими. Найденные зависимости критической температуры для сверхпроводящей фазы d-типа от концентрации электронов  $T_c(n)$  показали, что совместное влияние дальних перескоков, трехцентровых взаимодействий и динамических спин-флуктуационных процессов приводит к значительной ренормировке области реализации сверхпроводящей фазы (рис.1.5).

## 2. Теоретическое исследование спиновых и упругих волн в средах с регулярными и случайными неоднородностями

2.1. Исследована высокочастотная восприимчивость (функция Грина) изначально синусоидальной одномерной сверхрешетки при наличии в ней двумерных (2D) фазовых неоднородностей, моделирующих деформации поверхностей границ между слоями сверхрешетки. Для волн распространяющихся в направлении оси сверхрешетки (геометрия фотонного или магнетонного кристалла) обнаружено своеобразное поведение мнимой части функции Грина, заключающееся в существенном различии между пиками, соответствующими краям запрещенной зоны в спектре волн. Пик, соответствующий краю зоны с меньшей частотой, остается практически неизменным при росте среднеквадратичных флуктуаций 2D неоднородностей  $\gamma_2$ , в то время как пик, отвечающий

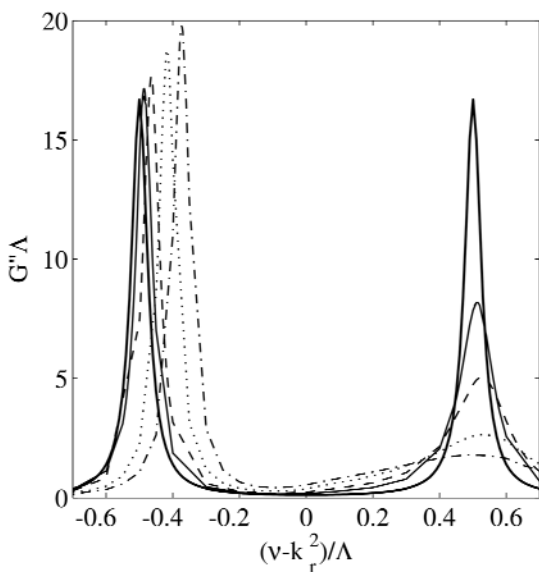


Рис. 2.1. Мнимая часть функции Грина в случае 2D неоднородностей на границе 1-й зоны Бриллюэна сверхрешетки для различных значений  $\gamma_2^2$ : 0 (толстая сплошная кривая), 0.2 (тонкая сплошная кривая), 0.45 (штриховая кривая), 1.1 (пунктирная кривая), 1.9 (штрих-пунктирная кривая).

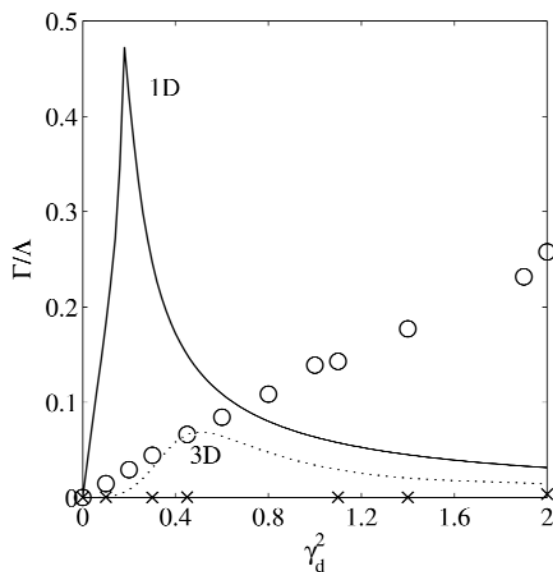


Рис. 2.2. Полуширина пиков  $\Gamma$  на половине своей высоты в зависимости от  $\gamma_d^2$  для случаев 1D (сплошная кривая) и 3D (пунктирная кривая) неоднородностей. Полуширина левого (крестики) и правого (кружки) пиков для случая 2D неоднородностей.

краю запрещенной зоны с большей частотой, с ростом  $\gamma_2$  расширяется и резко уменьшается по высоте до полного его исчезновения (рис. 2.1).

На рис. 2.2 изображены полуширины пиков, определенные на половине высоты соответствующих пиков функции  $G''(\nu)$ . Здесь введено обозначение  $\nu = (\omega - \omega_0)/gM_0\alpha$ , где  $\omega_0$  - частота ферромагнитного резонанса,  $M_0$  - намагниченность и  $\alpha$  - параметр обмена. Для исследованных ранее полуширин пиков под действием 1D (сплошная кривая) и 3D (пунктир) неоднородностей пики симметричны и полуширины левого и правого пиков одинаковы. Исследованные в данной работе зависимости полуширин левого и правого пиков от  $\gamma_2^2$  для 2D неоднородностей показаны крестиками и кружками, соответственно. Видна резкая асимметрия в полуширинах левого и правого пиков, которая практически линейно возрастает с ростом  $\gamma_2^2$ .

Показано, что на границе зоны Бриллюэна закон сохранения энергии принимает вид  $k_{sx}^2 + k_{sy}^2 = \nu - \nu_r$ , где  $\nu_r$  частота, соответствующая центру запрещенной зоны в идеальной сверхрешетке. Этот закон может быть выполнен только для частот  $\nu > \nu_r$ . Для частот  $\nu < \nu_r$  рассеяние волн запрещено. В частности, затухание будет возникать в области правого пика невозмущенной функции Грина при  $\nu = \nu_r + \Lambda/2$  и будет отсутствовать в области левого пика, соответствующего  $\nu = \nu_r - \Lambda/2$ . Таким образом, резкая асимметрия затуханий для нижней и верхней ветви собственных частот и, соответственно, асимметрия ширин и амплитуд левого и правого пиков функции Грина при рассеянии волн на 2D неоднородностях, является прямым следствием закона сохранения энергии падающей и отраженной волн.

Эффект асимметрии амплитуд и ширин пиков функции Грина на краях запрещенной зоны спектра сверхрешеток, возникающий под действием 2D неоднородностей, может представлять интерес, как с точки зрения дальнейшего развития общей теории комбинированного влияния на спектр волн периодических и случайных неоднородностей различных размерностей, так и для практического использования при изучении неоднородностей в сверхрешетке спектральными методами. Экспериментальное наблюдение этого эффекта свидетельствовало бы о наличии в сверхрешетке именно 2D неоднородностей.

2.2. Исследовано влияние взаимных корреляций (кросс-корреляций) между неоднородностями параметров обмена и магнитной анизотропии на модификацию закона дисперсии и затухание спиновых волн в ферромагнетике. Рассматривались как одно- так и трёхмерные неоднородности. Исследование проведено в первом порядке теории возмущений, которому соответствуют квадраты относительных среднеквадратичных отклонений неоднородностей обмена ( $\gamma^2$ ), магнитной анизотропии ( $\eta^2$ ) и произведение среднеквадратичных отклонение ( $\gamma\eta$ ) для члена, описывающего влияние кросс-корреляций. Последний член характеризуется также безразмерным коэффициентом корреляций  $\kappa$ , значения которого могут лежать в интервале  $-1 < \kappa < 1$ . Конкретные значения  $\kappa$  определяется микроскопической моделью неоднородностей, рассмотрение которой выходит за рамки данной работы. Поэтому численное исследование полученных общих аналитических выражений для законов дисперсии  $\nu'(k)$  и затухания  $\nu''(k)$  проводилось для трёх значений  $\kappa = -0.8, 0$  и  $0.8$ . Значение  $\kappa = 0$  соответствует суммарному действию на спектр и затухание спиновых волн взаимно некоррелированных неоднородностей обмена и анизотропии. При значениях  $\kappa = 0.8$  и  $-0.8$  графики полученных выражений описывают влияние положительных или отрицательных взаимных корреляций, соответственно.

Как видно из рис. 2.3 положительные кросс-корреляции (штриховая кривая) приводят к большему отступлению закона дисперсии  $\nu'(k)$  от невозмущённого закона (пунктир) по

сравнению с суммарным действием взаимно некоррелированных неоднородностей (сплошная кривая). Положительные кросс-корреляции вызывают также увеличение затухания спиновых волн (рис. 2.4 штриховая кривая). Отрицательные кросс-корреляции (штрих-пунктирные кривые на рис. 2.3 и 2.4) приводят к обратным эффектам: уменьшению модификации закона дисперсии и уменьшению затухания. Изменяется также характер зависимости закона затухания  $\nu''$  от  $k$ : появляется своеобразное окно со значительно уменьшенным затуханием в окрестности  $k \sim k_c$ , где  $k_c$  - корреляционное волновое число неоднородностей ( $r_c = k_c^{-1}$  - радиус корреляций неоднородностей).

Корреляции между неоднородностями различных параметров ферромагнетика возникают, в частности, тогда, когда имеется общая причина происхождения этих неоднородностей. Например, в аморфных сплавах как неоднородности обмена, так и неоднородности анизотропии в значительной мере являются следствием неоднородностей межатомных расстояний в этих материалах. Поэтому в этих сплавах можно ожидать существования корреляций ( $\kappa \neq 0$ ) между неоднородностями обмена и магнитной анизотропии. При отжиге аморфные сплавы переходят в нанокристаллическое состояние и эта причина для кросс-корреляций исчезает. Следовательно, при отжиге аморфных сплавов можно ожидать уменьшения модуля коэффициента кросс-корреляций или даже обращение его в нуль. Это приведёт к изменению законов дисперсии и затухания спиновых волн. Таким образом, сравнение полученных закономерностей с результатами целенаправленных

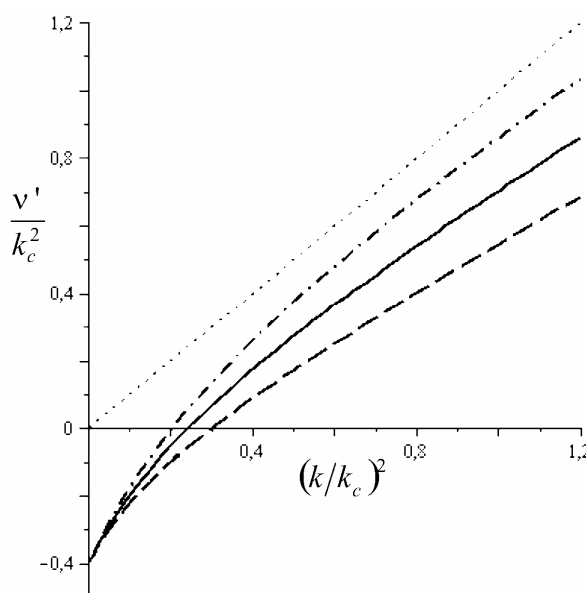


Рис.2.3. Закон дисперсии спиновых волн в ферромагнетике с 3D неоднородностями обмена и анизотропии  $\kappa = 0$  (сплошная кривая),  $\kappa = 0,8$  (штриховая кривая) и  $\kappa = -0,8$  (штрих-пунктирная кривая). Пунктир – закон дисперсии в однородном ферромагнетике.

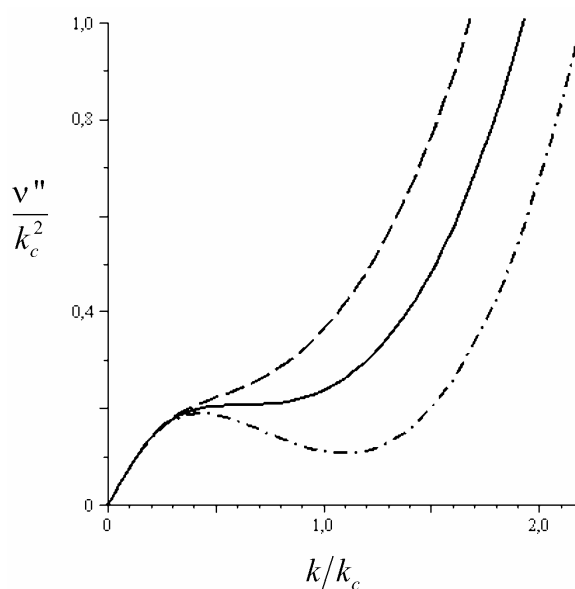


Рис. 2.4. Затухание спиновых волн в ферромагнетике с 3D неоднородностями обмена и анизотропии для  $\kappa = 0$  (сплошная кривая),  $\kappa = 0,8$  (штриховая кривая) и  $\kappa = -0,8$  (штрих-пунктирная кривая).

экспериментальных исследований модификаций законов дисперсии и затухания неоднородных магнетиков позволило бы определить вклад кросс-корреляций в формирование стохастически неоднородного основного состояния в аморфных магнитных сплавах.

### 3. Теория связанных состояний в зоне проводимости полупроводниковых микроэлектронных устройств

3.1 Двумерные колебания упругих пластин нерегулярной формы в основном являются хаотическими, т.е. собственные колебания следуют распределению Гаусса, как в случае квантовых билиардов. Однако в отличие от последних существуют два типа упругих колебаний: поперечные и продольные. Поэтому упругие колебания характеризуются нодальными точками (НТ), в которых обе компоненты смещений равны нулю  $u=0$ ,  $v=0$  (Рис.3.1) . Проведена топологическая классификация НТ (Рис. 3.1). Как и в случае

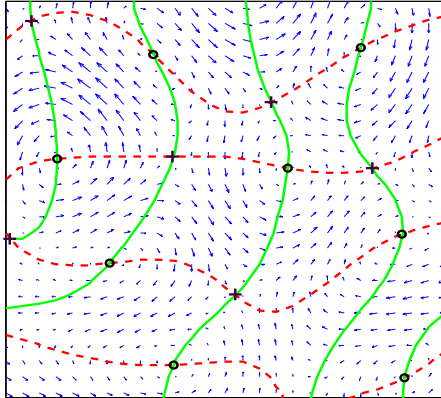


Рис. 3.1. Нодальные точки случайного поля вектора деформации. Показаны также нодальные линии компонент вектора, на пересечении которых лежат нодальные точки, +-седла, -

хаотических квантовых билиардов, хорошим приближением для описания собственных решений упругого билиарда с нерегулярной формой является функция Берри, случайная суперпозиция продольных и поперечных волн. Процедурой усреднения по случайным волнам мы вывели среднюю плотность НТ и их корреляционную функцию.

3.2. Нами впервые рассмотрены связанные состояния в континууме (ССК) в фотонных кристаллах. Исходная идея является реализация интерферометра Фабри-Перо, которая впервые успешно была использована для реализации ССК в одномерной структуре двойного потенциального барьера под воздействием динамического возмущения. В публикациях нашей лаборатории была рассмотрена стационарная задача, в которой идеальными зеркалами являются двумерные квантовые доты в

точке нуля трансмиссии. В фотонных кристаллах роль проволоки (континуум) играет одномерный волновод, полученный в результате выемки одного ряда диэлектрических цилиндров, а роль квантовых дотов играют дефектные цилиндры с изменяемой диэлектрической проницаемостью. Различные виды ССК, полученных решением уравнений Максвелла приведены на Рис. 3.2.

Как уже было рассмотрено многократно, частоты ССК лежат в зоне распространения электромагнитных волн одномерного волновода, эти колебания локализованы в окрестности дефектов.

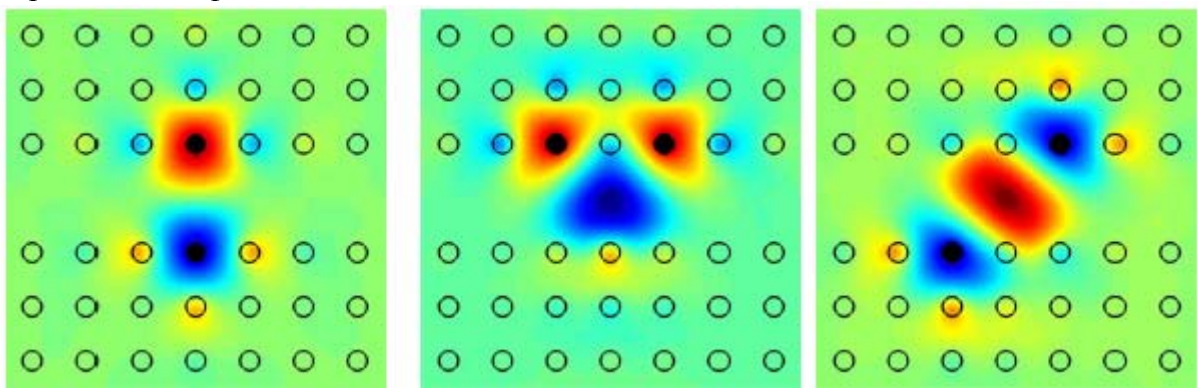


Рис. 3.2. Примеры связанных состояний в континууме в фотонном кристалле.

Диэлектрические цилиндры имеют радиус  $0.18a$  и диэлектрическую проницаемость  $11.56$  (показаны светлыми кружками). Волновод получен изъятием одного ряда цилиндров. Первый ССК имеет частоту  $\omega a/2\pi c = 0.3557$ , при диэлектрической проницаемости дефектных цилиндров  $\epsilon = 2.7406$ ; второй пример ССК на частоте  $\omega a/2\pi c = 0.3753$  и  $\epsilon = 3.086$ , третий тип реализуется при  $\omega a/2\pi c = 0.3752$  и  $\epsilon = 2.5646$ .

3.3. Проведены совместные исследования вместе с K.-F. Berggren (Sweden, Linköping University) и R. Höhmann, U. Kuhl, H.-J. Stöckmann, (Germany, Marburg University) очень тонкого понятия как тензора квантового напряжения. Эта характеристика появляется в гидродинамической формулировке квантовой механике, и впервые в полной форме была введена Паули. Благодаря эквивалентности квантовой механике частицы в билиарде электромагнитному плоско-параллельному резонатору впервые удалось измерить этот тензор. Более того в хаотическом билиарде компоненты тензора имеют универсальные распределения, что также было подтверждено экспериментально.

3.4. В развитии теории связанных состояний в континууме (ССК) нами рассмотрено влияние кулоновских взаимодействий в квантовом доте на существование ССК. Работа проведена в рамках двухуровневой примесной модели Андерсона, связанной с двумя одинаковыми проволоками. Последние представляют два континуума, с зоной проводимости намного больше расстояния между уровнями, кулоновских взаимодействий и константы связи проволоки с примесью. Вариацией потенциала конфайнмента можно добиться случайного вырождения уровней энергии дота, что вызывает ССК в одно-электронном подходе. С помощью уравнений движения на транспортные функции Грина и анализа ее полюсов мы нашли, что сильное кулоновское взаимодействие в форме Хаббардовского отталкивания воспроизводят ССК в виде двухэлектронных ССК.

3.5. Хорошо известны явление Андерсоновской локализации в одномерной неупорядоченной решетке и явление Штарковской локализации в упорядоченной решетке с приложенным вдоль решетки электрическим полем. Рассмотрено как происходит локализация в двумерной неупорядоченной решетке, на которую вдоль одного направления приложено также электрическое поле. Показано, что частица вдоль направления электрического поля локализована на масштабе, обратно пропорционального электрическому полю. Вдоль перпендикулярного направления квантовая частица испытывает диффузное поведение.

3.6. Рассмотрен Бозе-Эйнштейновский конденсат (БЭК) ультра холодных атомов в оптической квадратной решетке под воздействием статического электрического поля. В отсутствие атом-атомных взаимодействий атомы испытывают периодические блоховские осцилляции для любого направления внешней силы. Рассмотрена стабильность этих осцилляций в случае ненулевых атом-атомных взаимодействий и показано, что она зависит от направления силы по отношению к осям решетки.

#### **Исследования по проекту выполнены при поддержке:**

Программы Президиума РАН «Квантовая макрофизика»;

Программы Отделения физических наук «Сильно коррелированные электронные и фононные системы»;

Интеграционного проекта СО РАН;

Грантов РФФИ №№ 06-02-16100, 07-02-00226, 07-02-00694;

Гранта Президента Российской Федерации по программе «Государственная поддержка научных исследований проводимых ведущими научными школами Российской Федерации» №3818.2008.3.

Красноярского краевого Фонда науки, грант № 18G

### **Проект 2.2.1.3. Исследование магнитных, резонансных и транспортных свойств неметаллических магнетиков**

Проект выполняется в лабораториях РСМУВ и ММ Института

1. Методом последовательных приближений с использованием прямого фазового зондирования в системе  $\text{Bi}_2\text{Mo}_3\text{O}_{12}$  -  $\text{B}_2\text{O}_3$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $(\text{Ho},\text{Er})_2\text{O}_3$  выделены области стабильности тригональных фаз  $(\text{Ho},\text{Er})\text{Fe}_3(\text{BO}_3)_4$ . Для растворов-расплавов, в которых эти фазы являются высокотемпературными и кристаллизуются в достаточно широких температурных интервалах изучена фазовая динамика лабильных состояний, определены условия устойчивого роста кристаллов в приповерхностной зоне раствора-расплава.

По результатам поиска для выращивания кристаллов  $(\text{Ho},\text{Er})\text{Fe}_3(^{11}\text{BO}_3)_4$  с изотопом  $^{11}\text{B}$ , слабо поглощающим тепловые нейтроны, выбраны растворы-расплавы 75%масс.  $(\text{Bi}_2\text{Mo}_3\text{O}_{12} + 3^{11}\text{B}_2\text{O}_3 + 0.6(\text{Ho},\text{Er})_2\text{O}_3) + 25\%\text{масс.}(\text{Ho},\text{Er})\text{Fe}_3(^{11}\text{BO}_3)_4$ . Для таких растворов-расплавов массой до 150 г оптимизированы теплофизические режимы выращивания кристаллов при спонтанном зарождении в тонком слое раствора-расплава на стержневом кристаллодержателе, что позволяло одновременно выращивать 10 – 15 кристаллов с размерами до 3 ÷ 4 мм. Наиболее высококачественные из них отбирались для изучения магнитной структуры методами нейтронографии.

2. Раствор-расплавным методом выращены орторомбические монокристаллы  $\text{Pb}_2\text{Fe}_2\text{Ge}_2\text{O}_9$ . В качестве растворителя использовалась смесь  $\text{PbO}$  и  $\text{GeO}_2$  в соотношении, соответствующем низкотемпературной эвтектике. Впервые проведены их рентгенографические, магнитные, нейтронографические, мессбауэровские и резонансные исследования. Установлено, что ниже температуры Нееля  $T_N=46$  К это соединение является антиферромагнетиком со слабым ферромагнетизмом. Экспериментально определены поля спин-флоп перехода и сделаны оценки величины обменного поля. Показано, что слабый ферромагнетизм возникает как результат неколлинеарности осей одноионных анизотропий для магнитных моментов, принадлежащих различным магнитным подрешеткам.

3. Проведены магнитные, транспортные, калориметрические и нейтронографические измерения на монокристаллах  $\text{Pb}_3\text{Mn}_7\text{O}_{15}$  со смешанной валентностью марганца ( $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$ ), которые показали, что при температурах ниже 250 К наблюдается несколько магнитных фазовых переходов. При  $T \sim 160$  К формируется ближний антиферромагнитный порядок, при 70 К устанавливается дальний магнитный порядок со слабым спонтанным моментом, при 20 К реализуется спин-переориентационный переход. Для выяснения механизмов возникновения различных магнитных состояний выращены монокристаллы  $\text{Me}_x\text{Pb}_3\text{Mn}_{7-x}\text{O}_{15}$  ( $\text{Me}=\text{Ru}, \text{Cu}, \text{W}$ ), а также  $\text{Me}_x\text{Pb}_{3-x}\text{Mn}_7\text{O}_{15}$  ( $\text{Me}=\text{Ge}$ ). Эти замещающие как марганец, так и свинец ионы позволяют изменять соотношение  $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ . Обнаружено, что замещение ионами  $\text{Ru}$ ,  $\text{Cu}$  и  $\text{W}$  более всего воздействуют на магнитные свойства в области температур установления корреляции ближнего порядка, а замещение  $\text{Ge}$  существенно преобразует магнитное поведение  $\text{Pb}_3\text{Mn}_7\text{O}_{15}$  в области температур ниже 70 К.

4. Выполнены исследования магнитных свойств монокристаллов  $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ ,  $x=0.05, 0.18, 0.27$  методами СКВИД магнитометрии и ЭПР. Результаты показали, что в образцах с высоким содержанием железа магнитный переход осуществляется в результате последовательности двух переходов, а температура магнитного перехода возрастает с ростом концентрации железа, что согласуется с нейтронографическими данными. Начаты нейтронографические исследования магнитной структуры на порошковых образцах  $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$ ,  $x=0.05, 0.18, 0.27$  в диапазоне температур 2-240 К. Синтезированы новые монокристаллы  $\text{Me}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$  ( $\text{M}=\text{Cu}, \text{Cr}$ ,  $x < 0.3$ ) и выполнены предварительные исследования их структурных

и магнитных свойств, которые позволили выявить существенные отличия в поведении магнитной восприимчивости от Fe-замещенных сульфидов.

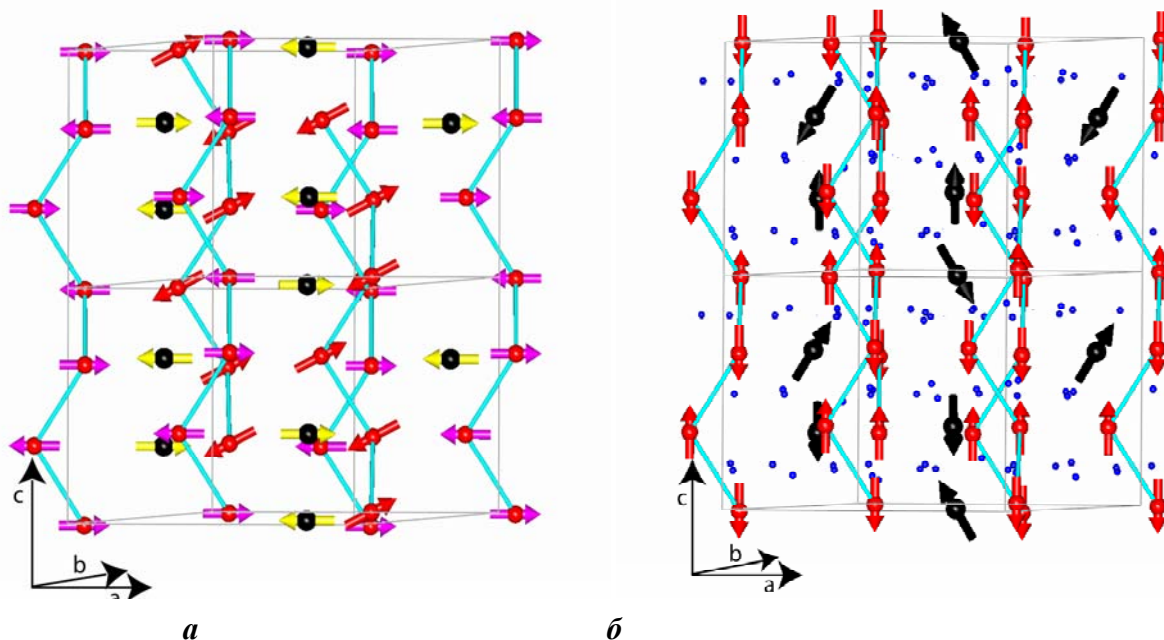
Исследованы транспортные и магнитные свойства образцов системы  $\text{Co}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$  ( $0 \leq x \leq 0.4$ ) с ГЦК решеткой типа NaCl в интервале температур 4,2–1000 К. Поли- и монокристаллы сульфидов  $\text{Co}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$  с  $x \leq 0.3$  являются полупроводниками с дырочным типом проводимости (коэффициент термоЭДС  $\alpha > 0$ ), в то время как поликристаллы с  $x = 0.4$  имеют металлическую проводимость ( $\alpha < 0$ ). В образцах с концентрацией кобальта от 0.02 до 0.3 в области  $T_N$  наблюдается аномалия диэлектрик–полупроводник с изменением энергии активации от 0.01 eV ниже  $T_N$  до 0.14 eV выше  $T_N$  для  $x = 0.3$ . Определена ширина запрещенной зоны  $\Delta E$ , которая изменяется от 1,46 eV для  $\alpha\text{-MnS}$  ( $x = 0$ ) до 0,42 eV для  $\text{Co}_x\text{Mn}_{1-x}\text{S}$  ( $x = 0.3$ ). В магнитоупорядоченной области ( $T < 120\text{K}$ ) исследованных сульфидов наблюдается образование спонтанного магнитного момента, существование которого подтверждается наличием петли гистерезиса в кривой намагниченности  $\sigma(H)$ . Температурный гистерезис намагниченности при охлаждении образцов в нулевом магнитном поле (ZFC) и в поле 10 kOe (FC) коррелирует с гистерезисом сопротивления, измеренного в нулевом магнитном поле при нагревании и охлаждении образцов. Эти особенности также наблюдаются и на вольт-амперных характеристиках образцов.

5. Выполнены исследования структурных и электронных свойств керамических образцов  $\text{CuMe}_x\text{Cr}_{1-x}\text{S}_2$  ( $\text{Me} = \text{V}, \text{Fe}$ ) методами ДР, PCA, XES, XPS, EXAFS – анализов, выявлены особенности формирования кристаллической структуры и влияние технологии синтеза на заполнение октаэдрических и тетраэдрических позиций ромбоэдрической решетки. Исследованы магнитные свойства керамических образцов  $\text{CuMe}_x\text{Cr}_{1-x}\text{S}_2$  ( $\text{Me} = \text{V}, \text{Fe}$ ,  $x \leq 0.3$ ) методами резонансной и мессбауэровской спектроскопии, СКВИД-магнитометрии. Проведены предварительные исследования электрических свойств керамик  $\text{CuMe}_x\text{Cr}_{1-x}\text{S}_2$  ( $\text{Me} = \text{V}$ ). Результаты показали, что с ростом степени катионного замещения при 300 К наблюдается концентрационный переход диэлектрик-металл. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о существенной зависимости магнитных и электрических свойств дисульфидов от стехиометрии и распределения вакансий, что позволяет отнести рассматриваемые вещества к классу соединений с позиционной неупорядоченностью решетки. При этом подвижной и перестраиваемой является подрешетка меди. Методом нейтронографии исследована магнитная структура  $\text{CuCrS}_2$ . Обнаружено, что формирование несоизмеримой геликоидальной магнитной структуры при  $T = 40\text{ K}$  сопровождается структурным переходом  $R3m \rightarrow Cm$ .

6. С помощью упругого рассеяния нейтронов изучены магнитные структуры кристаллов  $\text{RFe}_3(\text{BO}_3)_4$  ( $\text{R} = \text{Y}, \text{Ho}$ ). В обоих соединениях обнаружена антиферромагнитная структура с волновым вектором  $k = [0, 0, \frac{1}{2}]$  в кристаллографической пространственной группе  $R3_121$ , возникающая при температуре Нееля, равной 37 К и 38 К для  $\text{R} = \text{Y}, \text{Ho}$  соответственно. В  $\text{YFe}_3(\text{BO}_3)_4$  при дальнейшем понижении температуры вплоть до  $T = 2\text{ K}$  не обнаружено спиновой переориентации, и магнитная структура этого соединения представляет собой ферромагнитно упорядоченные легкие плоскости ( $a$ - $b$ ) с антиферромагнитным упорядочением соседних плоскостей. Период магнитной структуры удвоен по оси  $c$  по сравнению с кристаллической. Такое представление подтверждает предположения о магнитной структуре иттриевого ферробората, сделанное из анализа данных антиферромагнитного резонанса.

Ферроборат гольмия  $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$ , в отличие от иттриевого, имеет более сложную магнитную структуру, обусловленную конкуренцией анизотропных вкладов магнитных подсистем железа и гольмия. Ниже  $T_N$  магнитная структура (рис. *a*), как и в ферроборате иттрия, является легкоплоскостной, но третья часть ионов  $\text{Fe}^{3+}$  имеет ненулевые компоненты магнитных моментов вдоль оси  $c$  (красные стрелки). При этом магнитные моменты ионов  $\text{Ho}^{3+}$  (желтые стрелки), упорядоченных за счет обменного взаимодействия с

ионами железа, также лежат в базисной плоскости. Конкуренция типов анизотропий магнитных подсистем железа и гольмия приводит к спонтанной спиновой переориентации при  $T_{SR} \approx 5\text{K}$ . Ниже этой температуры магнитные моменты всех ионов железа (красные стрелки на рис. б) выстраиваются вдоль оси  $c$ , при этом магнитные моменты ионов гольмия (черные стрелки) преимущественно также ориентированы вдоль этой оси, однако часть ионов имеют значительные компоненты в плоскости ( $a$ - $b$ ).

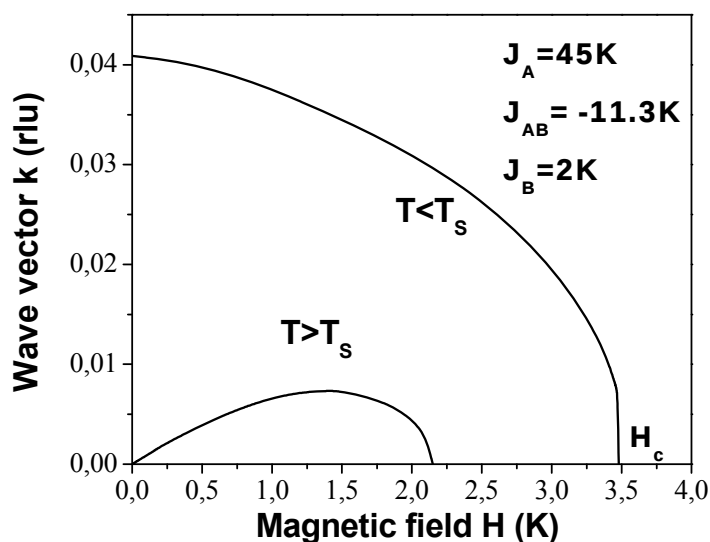


Установленная магнитная структура  $\text{HoFe}_3(\text{BO}_3)_4$  подтверждается исследованиями магнитных свойств этого кристалла. Обнаружено, что магнитное поле, приложенное как вдоль ромбоэдрической оси, так и в базисной плоскости, снижает температуру ориентационного перехода. Для обеих ориентаций магнитного поля построены магнитные фазовые диаграммы.

7. Исследовано неупругое рассеяние нейтронов на монокристалле  $\text{Cu}_3\text{V}_2\text{O}_6$ . Установлено, что при температурах ниже 14 K в системе спиновых возбуждений формируется энергетическая щель, свидетельствующая об установлении синглетного спинового состояния.

8. С помощью твердотельной реакции синтезированы поликристаллы  $\text{NaFeGe}_2\text{O}_6$ . Исследована температурная зависимость магнитной восприимчивости образца. Установлено, что данное соединение имеет антиферромагнитное упорядочение при температурах ниже 15 K. Мессбауэровский спектр при 300 K представляет собой квадрупольный дублет и характеризуется величинами изомерного сдвига, характерного для высокоспинового состояния иона  $\text{Fe}^{3+}$  в октаэдрической координации, и квадрупольного расщепления, свидетельствующего об искажении кислородных октаэдров вокруг катионов железа. В приближении ближайших соседей проведен анализ обменных взаимодействий, позволяющий предположить квазиодномерность магнитной структуры этого соединения.

9. Теоретически исследована фазовая диаграмма двухподсистемного антиферромагнетика с магнитными ионами в двух неэквивалентных позициях с различными обменными взаимодействиями  $J_A$  и  $J_B$  внутри подсистем и фрустрированным взаимодействием  $J_{AB}$  между подсистемами. Линеаризацией вариационных уравнений для минимума свободной энергии выведено уравнение для границы температура-поле геликоидальной фазы. Получены выражения для критического поля при  $T=0$ , угла скоса

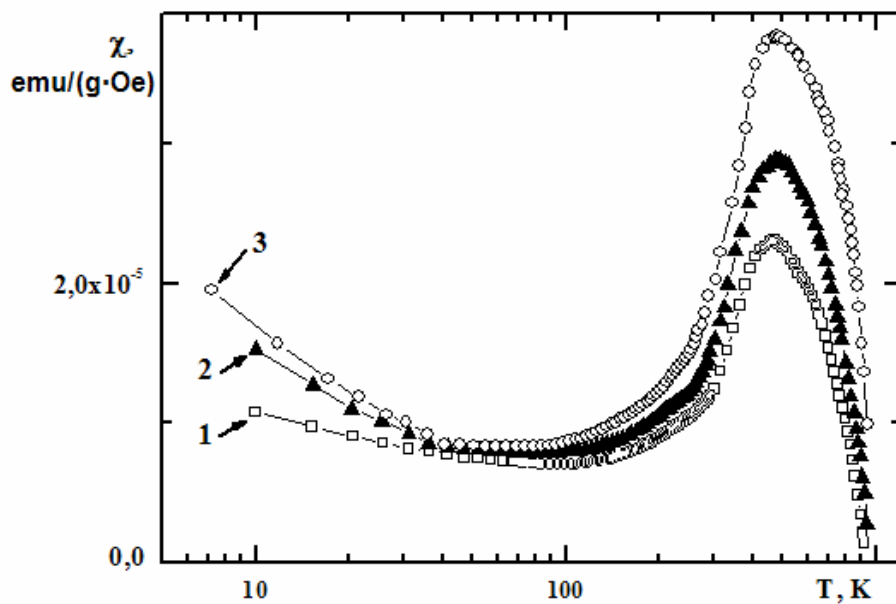


моментов антиферромагнитных подрешеток и температуры спонтанного возникновения спирального упорядочения в отсутствие магнитного поля  $T_s$ . Показано существование второй, более высокой, температуры появления геликоидальной магнитной структуры, индуцированной магнитным полем, с немонотонной зависимостью волнового вектора геликоида от внешнего поля при  $T > T_s$  (рисунок). Показано, что переход в соизмеримую фазу по полю является переходом первого рода с малым скачком намагниченности. Предложен

критерий выбора направления вектора несоизмеримой магнитной структуры, зависящий от пространственного распределения фрустрированных обменных взаимодействий  $J_{AB}$ .

10. Методом зонной плавки получены кристаллы  $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$  с  $x = 0.005, 0.01, 0.02$  и  $0.05$  высокого качества. Отработаны технологические режимы, позволяющие получать образцы с хорошей воспроизводимостью всех характеристик, включая электропроводность.

Магнитные свойства кристаллов  $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$  с  $x \geq 0.1$  весьма схожи с ферромагнитными. На рисунке приведены температурные зависимости магнитной восприимчивости для кристаллов  $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$  с  $1 - x = 0.001$ ,  $2 - x = 0.005$ ,  $3 - x = 0.01$ . Видно, что при любых температурах увеличение содержания кобальта приводит к росту магнитной восприимчивости.



восприимчивости.

Полевые зависимости намагниченности для кристаллов с  $x = 0.001$  и  $x = 0.005$ , как при гелиевых, так и при комнатных температурах, имеет практически линейный вид, и лишь для  $x = 0.01$  проявляется отклонение от линейности. При низких температурах увеличение  $\chi$  можно объяснить

непосредственным влиянием примесных ионов кобальта, а при высоких температурах, по-видимому, влиянием ионов кобальта на состояние соседних атомов железа, что приводит к дополнительному магнитному вкладу из-за образования комплекса Co-Fe. Таким образом, можно утверждать, что введение кобальта приводит к перестройке электронного спектра.

11. В приближении среднего поля показана возможность сосуществования двух магнитных подсистем с разными собственными волновыми векторами и перехода спиновой системы из несоизмеримой фазы в соизмеримую через фазу с отличающимися

волновыми векторами ее отдельных подсистем. В отсутствие взаимодействия между подсистемами каждая из них упорядочивается со своим волновым вектором, при значительной величине этого взаимодействия упорядочение системы обладает общим волновым вектором. Минимизацией свободной энергии по параметрам системы проведен численный анализ изменения характера упорядочения в зависимости от величины интеграла обменного взаимодействия между подсистемами и внешнего поля.

Как показал анализ, с ростом внешнего поля  $H$  последовательность смены фаз происходит в следующем порядке: 1) до первого критического поля  $H_{c1}$  устойчивым является несоизмеримое состояние с общим волновым вектором; 2) при  $H = H_{c1}$  состояние спиновой системы в результате фазового перехода первого рода изменяется на “полунесоизмеримое”, в котором несоизмеримым остается только подсистема  $b$  ( $q_a=0$ ,  $q_b \neq 0$ ); 3) при втором критическом поле  $H_{c2}$  происходит схлопывание спинов подсистемы  $b$ ; 4) при третьем критическом поле  $H_{c3}$  схлопываются спины подсистемы  $a$ . Если величины  $H_{c1}$  и  $H_{c2}$  для метабората меди при температуре 4.2 К определены методом упругого рассеяния нейтронов: 1.3 Т и 1.8 Т соответственно, – то  $H_{c3}$  можно оценить из максимума полученной неупругим рассеянием нейтронов высокоэнергетической ветви возбуждений спиновой системы:  $8meV/(2\mu B) \approx 68$  Т.

Гранты и программы:

- INTAS 06-1000013-9002
- РФФИ 06-02-16255 (совместно с лабораторией ММ)
- РФФИ 07-03-00190 (совместно с лабораторией ФМП)
- Междисциплинарный интеграционный проект 36 (совместно с лабораторией СМП и ИХиХТ СО РАН)
- Проект ОФН 2.4.2 (совместно с лабораториями РСЭ, ФМЯ и МД)

## **Проект 2.2.1.4. Нанокристаллические и низкоразмерные магнетики**

Данный проект выполнялся в следующих лабораториях Института:

1. Лаборатория физики магнитных явлений.
2. Лаборатория физики магнитных пленок.
3. Лаборатория когерентной оптики.

1. Построен эффективный спиновый гамильтониан для недопированных купратов в рамках реалистичной многозонной  $p-d$  модели с параметрами, рассчитанными из первых принципов. Параметр обмена определяется суммой антиферромагнитных и ферромагнитных вкладов, последние обусловлены виртуальными возбуждениями двухдырочных триплетных термов. Ферромагнитные и антиферромагнитные вклады от возбужденных термов заметно компенсируют друг друга. Антиферромагнитный вклад от основного двухдырочного синглета  $^1A_{1g}$  в обменное взаимодействие является преобладающим. Величина обменного параметра  $J=146$  мэВ хорошо согласуется со значением, полученным из сопоставления с экспериментальными данными по рассеянию нейтронов.

Метод LDA+GTB обобщен для купратов с более чем одной  $\text{CuO}_2$  плоскостью в элементарной ячейке. Показано, что межслойное туннелирование приводит к расщеплению поверхностей Ферми в окрестности точек  $(\pi, 0)$  в согласии с ARPES данными для  $\text{Bi-2212}$ .

Построена теория сверхпроводимости в приближении среднего поля с одновременным учетом магнитного и фононного механизмов спаривания. В теории имеется лишь один неизвестный параметр  $G$ , определяемый как разность затравочный электрон-фононных матричных элементов. Чтобы найти параметр  $G$  из независимых экспериментов, мы рассчитали концентрационную зависимость изотоп-эффекта по кислороду. Оказалось, что только  $G>0$  воспроизводит положительный знак показателя изотоп-эффекта. При таком знаке параметра  $G$  фононный вклад в спаривание добавляется к магнитному. Значение  $G=0.35J$  дает величину изотоп-эффекта, согласующиеся с экспериментом для оптимально допированного  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ , при этом магнитный и фононный вклады в  $T_c$  одного порядка величины.

Систематически проанализировано влияние симметрии сверхпроводящей щели и электронной структуры на динамическую спиновую восприимчивость в сверхпроводнике  $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ . Показано, что магнитный отклик в нормальном состоянии обусловлен несоизмеримыми АФМ спин-волновыми флуктуациями, что находится в согласии с результатами ЯМР. В сверхпроводящем состоянии результаты для  $d(x^2-y^2)$ - и для  $d(xy)$ -симметрий сверхпроводящего параметра порядка согласуются с экспериментальными данными, но исключают  $d(x^2-y^2)+id(xy)$ -симметрию. Исследована зависимость электрон-фононного взаимодействия в  $\text{Na}_x\text{CoO}_2$  от допирования  $x$ . Для двух Раман-активных фононных мод,  $E_{1g}$  и  $A_{1g}$ , найдены матричные элементы электрон-фононного взаимодействия. Влияние зависящей от допирования электронной подсистемы на фононную приводит к существенной зависимости  $A_{1g}$ -моды от  $x$ : рассчитанная и экспериментальная зависимости частот находятся в хорошем согласии. Более того, частота  $E_{1g}$ -моды не зависит от концентрации  $x$ , что также находится в согласии с экспериментом.

В рамках LDA+GTB метода исследованы спектральные плотности квазичастичных состояний и положение уровня Ферми в допированных манганитах. Воспроизведены состояния спинового полуметалла в ФМ- фазе. Установлено, что с ростом температуры выше  $T_c$  на  $(T/x)$  фазовой диаграмме соединения имеет место критическая концентрация  $x_c=0.24$ , при которой основное состояние допированного материала диэлектрическое. Обнаруженный переход спиновый полуметалл – диэлектрик может быть также

инициирован магнитным полем  $H > H_C$ . Однако в силу природы этого перехода:  $H_C \sim T_C$ . Как следствие ( $T_C \sim 300\text{K}$ ), эффект колоссального магнитосопротивления может наблюдаться только в высоких полях  $\sim 10\text{T}$ .

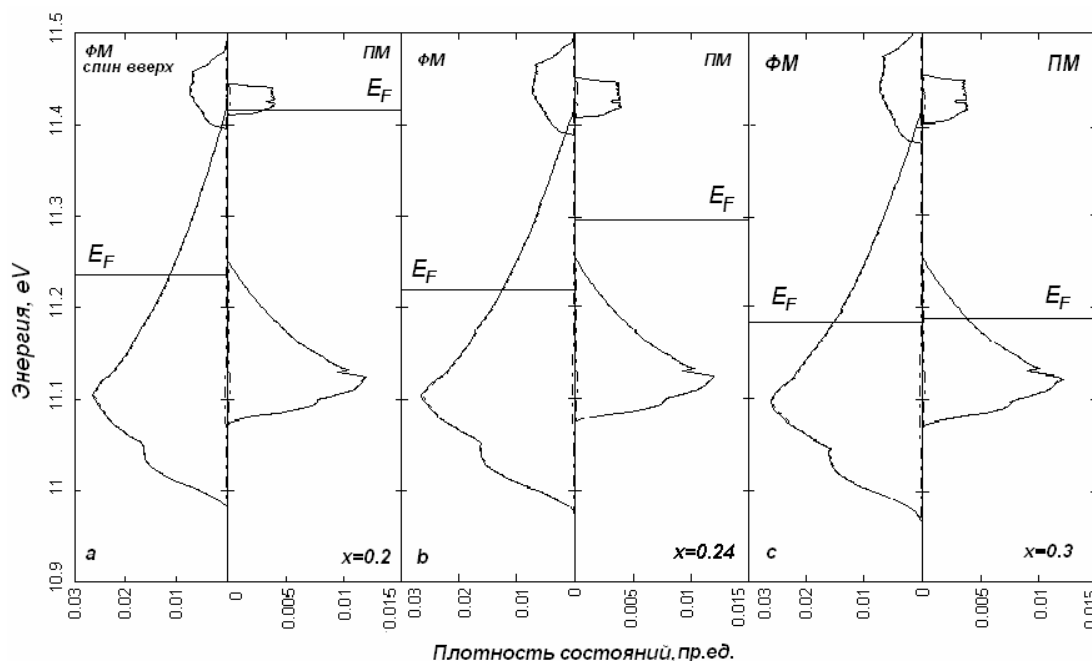


Рис. 1. Зонная структура  $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  в ферромагнитной и парамагнитной фазах, рассчитанная методом LDA+GTV при различных концентрациях в окрестности перехода металл-диэлектрик. В ферромагнитной фазе формируется состояние спинового полуметалла со 100% спиновой поляризацией электронов на уровне Ферми.

2. В кристаллах  $\text{Yb}_x\text{Tm}_{1-x}\text{Al}_3(\text{BO}_3)_4$  ( $x=0; 0.1; 0.2; 1$ ) измерены температурные зависимости спектров магнитного кругового дихроизма (МКД) и поглощения  $f-f$  переходов в ионах  $\text{Yb}^{3+}$  (с полуцелым спином) и  $\text{Tm}^{3+}$  (с целым спином). Полученная температурная зависимость интегральной магнитооптической активности иона  $\text{Yb}^{3+}$  свидетельствует о парамагнитной природе МКД и об антиферромагнитном упорядочении ионов  $\text{Yb}^{3+}$  при некоторой температуре. Магнитооптическая активность двух исследованных  $f-f$  переходов иона  $\text{Tm}^{3+}$  слабо зависит от температуры. Это означает, что в парамагнитном по дисперсии МКД преобладает температурно независимый парамагнитный «эффект смешивания», обязанный перемешиванию магнитным полем невырожденных состояний, создаваемых низкосимметричным кристаллическим полем в ионе  $\text{Tm}^{3+}$  с целым полным моментом.

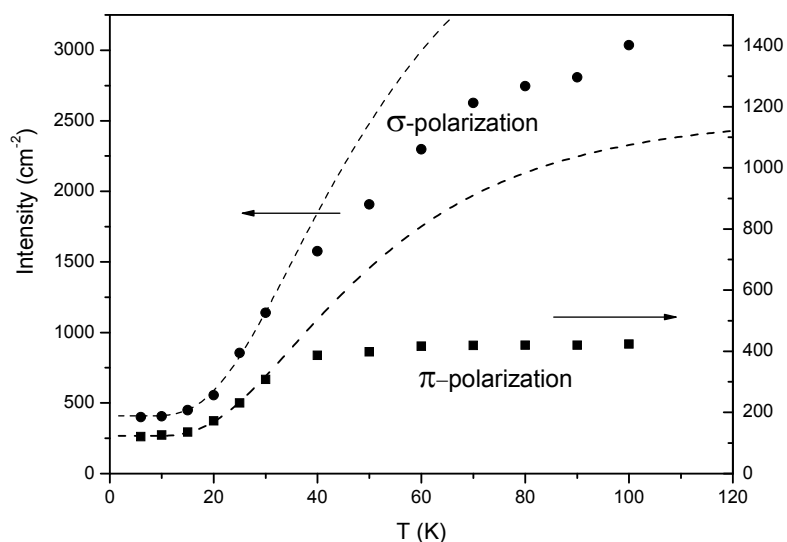


Рис. 2. Температурная зависимость интенсивности поглощения кристалла  $\text{YbAl}_3(\text{BO}_3)_4$  точки — эксперимент, пунктир — теория.

На основании анализа низкотемпературных спектров поглощения кристалла  $\text{YbAl}_3(\text{BO}_3)_4$  построена новая схема расщепления основного и возбуждённого состояний иона  $\text{Yb}^{3+}$  в тригональном кристаллическом поле этого кристалла.

Обнаружено необычное температурное поведение интенсивности одной из линий поглощения, которое указывает на трансформацию локального окружения иона  $\text{Yb}^{3+}$  при  $T > 35$  К: поведение интенсивности поглощения хорошо описывается изменением термической заселённости исходного состояния только при  $T < 35$  К (рис. 2).

Проведено исследование оптических спектров поглощения монокристаллов  $\text{VBO}_3$  при воздействии высоких давлений до 70 ГПа, создаваемых в камере с алмазными наковальнями. Обнаружен электронный переход при  $P \sim 30$  ГПа, сопровождаемый резким падением края оптического поглощения от 3.02 до 2.25 эВ и изменением оптических свойств образцов. Величина критического давления, при котором возможен переход в металлическое состояние оценена равной  $P_{\text{met}} \sim 290$  ГПа. Предложен новый механизм перехода Мотта-Хаббарда, индуцированный спиновым кроссовером, с помощью которого объяснены спиновый кроссовер и металлизация в монокристаллах  $\text{BiFeO}_3$  при высоких давлениях в окрестности 50 ГПа (рис.3). Показано, что спиновый кроссовер термов с  $S=2$  и  $S=1$  индуцирует новый магнитный переход под давлением в окрестности 15 ГПа в монокристаллах  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , обнаруженный методом рентгеновского кругового дихроизма (XMCD). Результаты получены совместно с исследователями из США (Аргонская национальная лаборатория и Институт Карнеги из Вашингтона) и Института кристаллографии РАН (Москва).

Методом раствор-расплавной кристаллизации получены монокристаллы семейства людовигитов  $\text{Co}_{3-x}\text{Fe}_x\text{BO}_5$  и система поликристаллов  $\text{GdCo}_{1-x}\text{Ca}_x\text{O}_3$  ( $x=0; 0.05; 0.1; 0.2$ ).

Проведены рентгеноструктурные исследования полученных образцов. Определены тип симметрии, параметры элементарной ячейки. Измерены полевые и ориентационные зависимости намагничённости при низких полях ( $H=200-600$  Э). Определены температуры магнитных фазовых переходов. В незамещённом  $\text{Co}_3\text{BO}_5$  при  $T < 43$  К найдено состояние спинового стекла.

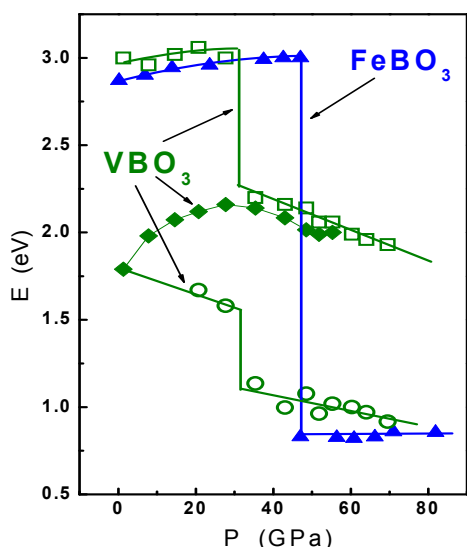


Рис. 3. Скачок края оптического поглощения и энергий возбуждений внутри запрещенной зоны  $VBO_3$  при высоком давлении в сравнении с электронным переходом в  $FeBO_3$ .

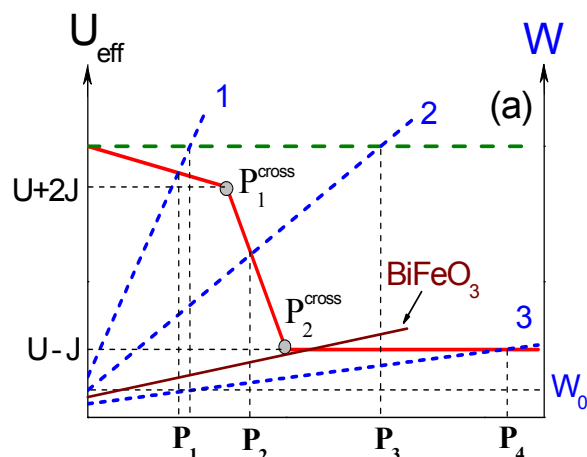


Рис. 4. Подавление сильных корреляций за счет спинового кроссовера для  $Fe(+3)$  иона понижает критическое давление мотовского перехода диэлектрик-металл.

3. Методом термического испарения в сверхвысоком вакууме в едином технологическом цикле на подложках монокристаллического кремния  $Si(100)$  и  $Si(111)$  с тонким буферным слоем  $SiO_2$  были получены структуры  $Si(hkl)/SiO_2(2nm)/Fe(dFe)/Si(1.5nm)/Fe(dFe)/Si(1.5nm)/Fe(dFe)/Si(10nm)$  с варьируемой толщиной железа  $dFe$  (1.2 нм; 1.6 нм; 2.6 нм; 3.8 нм).

На СКВИД магнитометре были определены магнитные характеристики полученных структур. Измерения проводилось в диапазоне температур от 4.2 К до 800 К. Показано, что величина намагниченности и величина обменной константы, оцененная из температурного хода намагниченности в пленках  $(Fe/Si)_n$ , значительно уменьшаются с уменьшением толщины индивидуального слоя  $Fe$ . Эта зависимость является следствием образования магнитного интерфейса на границах раздела  $Fe-Si$  с магнитными константами, отличающимися от констант объемного  $Fe$ . Применение гетерофазной модели наноструктуры  $(Fe/Si)_n$  позволило нам установить, что на границе раздела формируется немагнитная фаза, в которую входит до 50 % от толщины индивидуального слоя  $Fe$  при малых толщинах  $dFe=1.2$  нм.

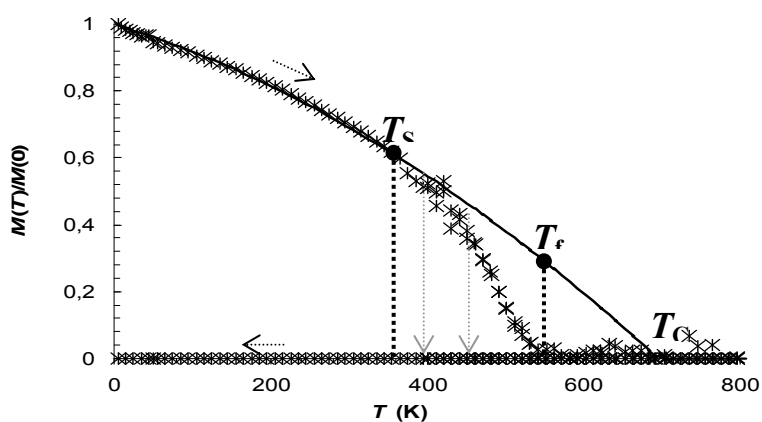


Рис. 5. Температурная зависимость намагниченности структур  $Fe/Si$  с необратимой высокотемпературной частью, обусловленной образованием силицидов железа.

На основе анализа необратимого изменения намагниченности при высоких температурах предложен метод оценки кинетических коэффициентов реакции синтеза немагнитного силицида, протекающей в многослойных наноструктурах  $Fe/Si$ . В данном методе мы разделили «магнитную причину» уменьшения намагниченности от температуры при низких температурах от «химической реакции» при высоких температурах. Предложенным методом определена энергия

активации  $E_a$  и коэффициент диффузии  $D_0$  для всего ряда полученных образцов. Например, энергия активации  $E_a$  и коэффициент диффузии  $D_0$  для структуры с  $dFe=1.2$  нм равны  $E_a=0,7$  эВ и  $D_0=1,3 \cdot 10^{-12}$  см<sup>2</sup>/с. Для проверки достоверности использованной нами методики мы провели измерение величины намагниченности от времени на примере пленки с  $dFe=1.5$  нм при постоянной температуре 525 К, 550 К и 575 К. Результат этих измерений позволяет определить величины энергии активации  $E_a$  и коэффициента диффузии  $D_0$  стандартным для физической химии методом.

Для отработки новой методики определения химического состава в слоистых структурах металл/Si исследованы спектры потерь энергии отраженных электронов слоев меди на монокристаллической кремниевой подложке. Образцы для исследований готовились в камере подготовки образцов сверхвысоковакуумного оже-спектрометра LAS-2000 фирмы RIBER термическим испарением меди на подложку Si(111) p-типа. На очищенной поверхности Si(111) методом дифракции медленных электронов (ДМЭ) наблюдались рефлексы от структуры  $7 \times 7$ . Рост на подложке происходил при комнатной температуре и давлении остаточных газов приблизительно  $1 \cdot 10^{-7}$  Па. Были приготовлены образцы с толщиной слоев меди 2, 6 и 35 монослоев (ML). На поверхности Si(111) с 2 ML меди наблюдались ослабленные и размытые рефлексы от структуры  $7 \times 7$ . На поверхности Si(111) с 6 ML меди – дифракционные картины отсутствуют. Спектры характеристических потерь энергии отраженных электронов получены в дифференциальном виде при энергии первичных электронов  $E_0=200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1600$  и  $2000$  эВ. Получены экспериментальные зависимости амплитуд пиков характеристических потерь энергии электронов, нормированных на амплитуду упругого пика, от энергии первичных электронов. Экспериментальные спектры обрабатывались в программном пакете QUASES™-XS-REELS для нахождения произведения средней длины неупругого пробега электронов на сечение неупругого рассеяния. Получена хорошая корреляция между максимальным значением этой величины и относительными амплитудами пиков объемных плазмонов. Обнаружено существенное влияние толщины слоя меди и энергии первичных электронов на сечение неупругого рассеяния электронов.

Для компьютерного моделирования сечения неупругого рассеяния в слоистых структурах была разработана программа “ISCS”, позволяющая проводить исследование зависимости сечений неупругого рассеяния в слоистых материалах от толщины пленки и от вида материала пленки и подложки. Программа основана на одной из разработанных в последнее время моделей сечений неупругого рассеяния электронов – модели Юберо-Тоугаарда. Мы развили эту модель для тонкой пленки, нанесенной на подложку из материала с другими диэлектрическими свойствами. Разработанная программа позволяет проводить компьютерные эксперименты по исследованию влияния на сечение неупругого пробега электронов в слоистых структурах в зависимости от материалов пленки и подложки, толщины пленки, энергии первичных электронов. Эти результаты могут быть сравнены с экспериментально полученными аналогичными зависимостями из спектров потерь энергии отраженных электронов.

С помощью самодельного керровского магнитометра, разработанного и изготовленного совместно с ИФП СО РАН, измерены *in situ* магнитные свойства ультратонких пленок железа (0,5 нм и 1,5 нм) и двухслойной структуры DyNi/Ni. Сравнение магнитооптических данных для слоя Fe на подложках Si и стекла позволило оценить толщину силицида железа в интерфейсе, согласующуюся с малоугловыми рентгеновскими данными и результатами магнитных измерений.

Исследованы полевые и спектральные зависимости магнитооптических эффектов Фарадея и Керра в пленочных структурах магнитный металл-полупроводник Fe/Si и Ni/Ge. При понижении температуры в Ni/Ge наблюдается возрастание коэрцитивной силы (рис. 6), появление асимметрии и обменного сдвига. При этом все указанные эффекты наблюдаются в одном и том же образце. Качественно такое поведение объяснено формированием в интерфейсе двух последовательно расположенных слоев. Непосредственно рядом с пленкой

Ni образуется магнитомягкий слой с ферромагнитным порядком, близкий по составу к  $\text{Ni}_3\text{Ge}$  с температурой Кюри, выше комнатной температуры. Далее образуется антиферромагнитный слой, содержащий меньшее количество Ni с температурой Нееля ниже температуры жидкого азота.

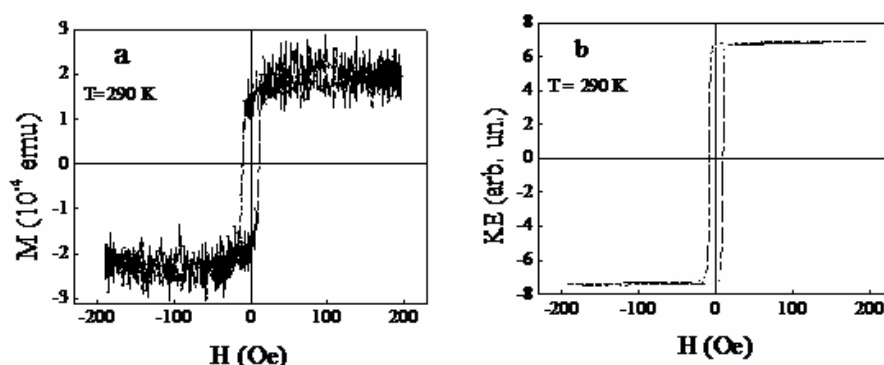


Рис. 6. Петли гистерезиса намагниченности (а) меридионального эффекта Керра (b) пленки  $\text{NiGe}$  (20 nm/12,7 nm) при разных температурах.

По мере удаления от слоя Ni соединение в интерфейсе обогащается Ge и образуются антиферромагнитные соединения типа  $\text{Ni}_2\text{Ge}_2$  или  $\text{NiGe}_2$  с достаточно низкой температурой Нееля ( $T_N$ ) по аналогии с соединениями Ge с Fe и Ge с Mn. Такое предположение объясняет смещение кривых намагничивания вблизи 4.2 К. Поскольку при 77 К кривые намагничивания не демонстрируют обменного смещения, можно сделать вывод, что  $T_N < 77$  К. Спиновые конфигурации слоев схематически показаны на рис. 7. Если магнитное поле приложено при  $T > T_N$  и его величина превышает коэрцитивную силу жесткого  $\text{Ni}_3\text{Ge}$  слоя, то спины в обоих FM слоях направлены параллельно полю. В тоже время направления спиновых моментов в AFM слое распределены хаотически (рис. 7a). Если  $T < T_N$  в AFM слое устанавливается порядок и из-за обменного взаимодействия спины FM слоя, ближайшие к AFM слою, стремятся установиться параллельно его спинам. Таким образом, насыщение не будет достигаться (рис. 7b). При намагничивании в противоположном направлении, наоборот, насыщение наступает в меньших полях (рис. 7c).

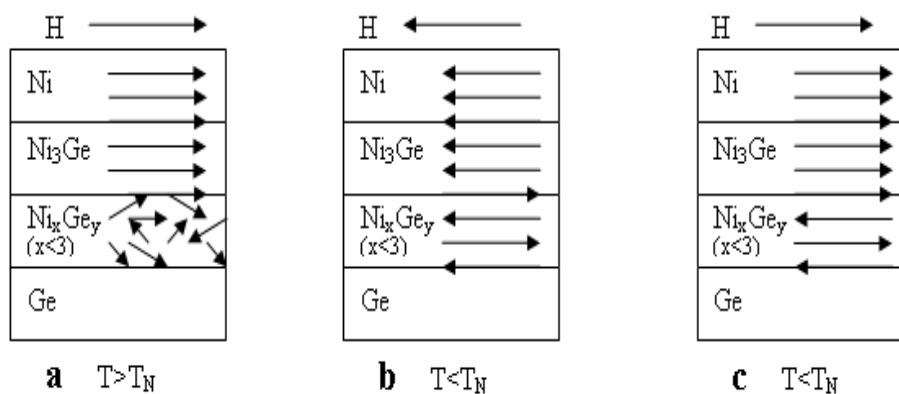


Рис. 7. Спиновые конфигурации слоев при различных температурах

Исследованы структура, магнитные и магнитооптические свойства тонких пленок  $\text{Mn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ , полученных с помощью твердотельных реакций: изотермического отжига, самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и последовательности этих двух режимов. Установлены режимы, приводящие к формированию пленок, близких по составу и структуре к стехиометрическим соединениям  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ , либо  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Особенности спектральных зависимостей магнитооптического эффекта Фарадея и магнитного кругового дихроизма пленок  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  сопоставлены с электронными переходами в магнитных ионах,

в основном,  $\text{Fe}^{3+}$ , занимающих октаэдрические позиции в структуре шпинели. Впервые полученные магнитооптические спектры паспортизованных пленочных образцов марганцевого феррита и магнетита могут служить в качестве стандартных спектров этих материалов при выяснении природы наночастиц различных ферритов.

4. Были проведены расчеты адсорбирования водорода внутри объемного материала Mg, а также наночастиц Mg, которые могут содержать примеси Ti, Sc, V. С помощью *ab-initio* расчетов обнаружено, что фазы частично насыщенных гидридов  $\text{MgH}_x$  ( $x < 2$ ) должны распадаться на фазы чистого ГПУ магния и на  $\alpha$ -фазу  $\text{MgH}_2$ . При этом показано, что причиной медленной диффузии водорода внутри магния является большая величина потенциальных барьеров для движения водорода внутри  $\text{MgH}_2$ . С целью достижения высоких скоростей диффузии рассчитаны структуры кристаллов  $\text{Mg}_{53}\text{Sc}$  и  $\text{Mg}_{53}\text{Ti}$  и их гидридов. Обнаружено, что частота перескоков атомов H внутри  $\text{Mg}_{53}\text{ScH}_{108}$  вблизи атомов Sc существенно не изменяется по сравнению с перескоками в  $\alpha$ -фазе  $\text{MgH}_2$ , в то время как частота перескоков внутри  $\text{Mg}_{53}\text{TiH}_{108}$  вблизи атомов Ti в  $\sim 2.5$  млн раз больше (при  $T \sim 300\text{K}$ ). Это означает, что диффузия в гидриде магния с небольшими добавками атомов титана будет существенно облегчена. Также установлено, что диссоциация водорода как на одиночных атомах титана, так и на поверхности кластера Ti значительно облегчается по сравнению со случаем чистого магния. Это должно резко увеличивать скорость адсорбции водорода в магниевых наночастицах.

Проведено изучение структур и электронных свойств новых сверхрешеток, образованных на графене адсорбированными молекулами водорода. Показано, что данные сверхрешетки имеют свойства схожие с такими известными объектами как графеновые ленты. Была рассчитана зависимость электронных свойств сверхрешеток типа «зигзаг» от приложенного в поперечном направлении напряжения. Исследованы «разреженные» сверхрешетки, в которых молекулы водорода не образуют непрерывную цепочку. Изучен процесс адсорбции водорода на нанотрубке в присутствии промежуточной поверхности. В качестве последней была выбрана поверхность платины благодаря её хорошей каталитической способности к диссоциации молекул водорода на поверхности. Идеей работы является то, что сторонняя поверхность может облегчить адсорбцию на поверхность нанотрубки. Суть этого эффекта состоит в том, что если молекулы диссоциируют на атомы и адсорбируются на поверхность с низкой вероятностью, то для облегчения этого процесса в качестве промежуточной стадии может быть использована адсорбция на стороннюю поверхность.

Изучены неуглеродные нанотрубки и кластеры из бора. Выполнен расчет стабильности, электронной и геометрической структуры. Исследованы кремниевые нанопровода с пентагональной осью симметрии, показана их энергетическая выгодность для малых поперечных размеров. Показано, что внедрение в них квантовых точек приводит к нетипичному квантовому размерному эффекту (красный сдвиг края поглощения вместо обычного синего с уменьшением размеров).

Выполнены квантохимические расчеты атомной и электронной структуры биологических нанокластеров, моделирующих белок Обелин и содержащих 550 атомов. Геометрия центральной части кластера, сформированной молекулой целентерамида (CLM), оптимизирована в основном и возбужденном состояниях с учетом кулоновских корреляций в рамках метода конфигурационного взаимодействия. Расчеты различных ионных форм CLM показали, что процесс флуоресценции  $\text{Ca}^{2+}$ -разряженного обелина хорошо моделируется перемещением протона от кислорода фенольной группы целентерамида до азота аминокислоты гистидина (рис. 8). Работа выполнена совместно с Институтом биофизики СОРАН.

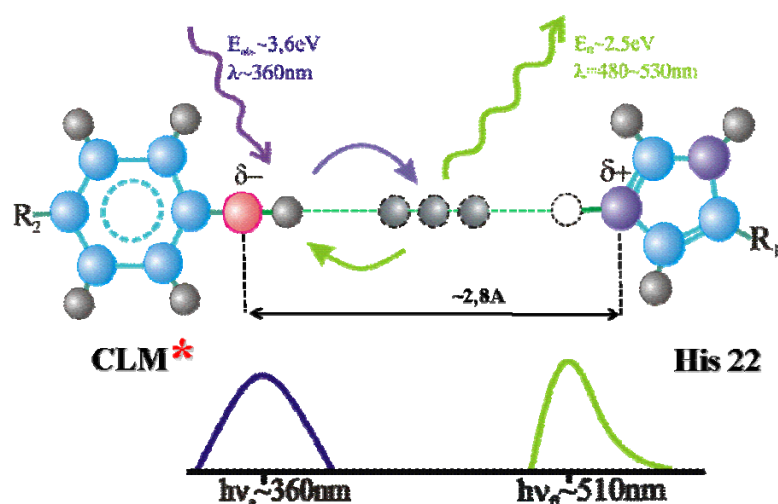


Рис. 8. Флуоресценция белка обелина при перемещения протона между молекулами CLM и His22.

5. Проведены исследования процессов твердофазного синтеза, протекающего в двухслойных тонких пленках Al/Ni, Al/Co. Плёнки получены методом последовательного термического испарения в высоком вакууме  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  Торр. Твердофазный синтез в пленках Al/Ni проводился методами: (1) реакционной диффузии, медленный нагрев (скорость нагрева меньше  $1^\circ\text{C}/\text{сек}$ ) и длительный отжиг (60 мин.) в высоком вакууме при фиксированной температуре (в диапазоне от 160 до 340 C); и, (2) самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (CVC), синтез инициируется при нагреве пленок в вакууме со скоростью  $4\text{-}20^\circ\text{C}/\text{сек}$ . Установлена следующая последовательность образования фаз при твердофазном синтезе двухслойных плёнок Al/Ni (Al:Ni=25:75 ат.%):  $\text{Al}+\text{Ni} \rightarrow \text{Al}_3\text{Ni}$  ( $T_{\text{отж.}}=160\text{-}180^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow \text{Al}_3\text{Ni}_2$  ( $T_{\text{отж.}}=220\text{-}260^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow \text{AlNi}$  ( $T_{\text{отж.}}=240\text{-}280^\circ\text{C}$ )  $\rightarrow \text{AlNi}_3$  ( $T_{\text{отж.}}=300^\circ\text{C}$ ). Твердофазный синтез в пленках Al/Co проводился непосредственно в процессе напыления пленок в высоком вакууме. Проведены исследования структуры пленок Al/Co, полученных при различных температурах подложки (от  $T_{\text{комн.}}=17^\circ\text{C}$  до  $400^\circ\text{C}$ ). Не наблюдалось изменений фазового состава пленок, напыленных на подложки при температуре от комнатной и вплоть до  $280\text{-}290^\circ\text{C}$  (ГПУ Co + ГЦК Al). Однако, уже при  $T_{\text{подл.}}=300^\circ\text{C}$  наблюдалось изменение фазового состава пленок. Расшифровка картины дифракции электронов, показала, что в плёнке сформировалась фаза AlCo.

6. Изучена зависимость величины однонаправленной анизотропии в двухслойной системе DyCo/NiFe от толщины магнитомягкого слоя динамической и статической методиками. Обнаружено двукратное отличие величин обменного взаимодействия слоев, определенных методом ферромагнитного резонанса и анализом петель гистерезиса. Установлена обусловленность этих различий особенностью магнитной микроструктуры слоя DyCo. При уменьшении толщины магнитомягкого слоя DyCo до некоторой критической величины  $d_{\text{DyCo}}=400\text{\AA}$  обнаружено качественное изменение вида петли гистерезиса магнитомягкого слоя, заключающееся в исчезновении обменного сдвига петли, резкого (более чем на порядок) увеличения коэрцитивного поля, изотропии формы петли в плоскости пленки NiFe. Установлено, что обнаруженный эффект имеет размерную природу и обусловлен совпадением критической толщины  $d_{\text{DyCo}}$  с величиной толщины неелевской доменной стенки, определяемой в сплаве DyCo магнитооптическими методами.

Исследованы магнитные свойства нитей сплава FeNi(P) в пористых поликарбонатных мембранах (рис. 9). Анализ кривых намагничивания (рис. 10) до насыщения выявил, что микроструктура сплава FeNi(P), получаемого в форме нити, характеризуется наномасштабами. В отсутствие нитей кривые намагничивания для продольной и поперечной ориентации поменялись бы местами по сравнению с тем, что изображено на рис. 10.

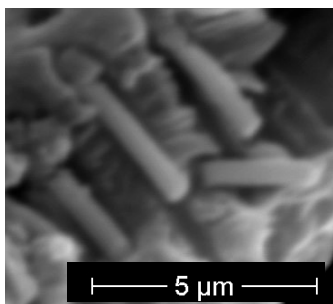


Рис. 9. Электронно-микроскопическое изображение нитей FeNi(P) на поперечном срезе мембраны

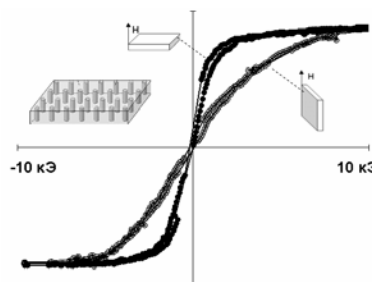


Рис. 10. Кривые намагничивания в различных геометриях

Исследованы магнитные свойства наночастиц кобальта (полученных методом химического осаждения на матрице MCM-41) и кобальтового феррита (полученных экстракционно-пиролитическим методом на матрице молекулярного сита - мезопористого диоксида кремния MCM-41). Порошки полученных частиц представляют собой магнитомягкий материал со следующими параметрами: для кобальтового феррита -  $H_c(4.2\text{ K}) = 9.0\text{ кЭ}$ ,  $H_c(300\text{ K}) = 1.8\text{ кЭ}$  и приведенной остаточной намагниченностью  $M_r/M_s(5\text{ K}) = 0.78$ ,  $M_r/M_s(300\text{ K}) = 0.4$ ; для частиц ГПУ-Со  $H_c(100\text{ K}) = 1.5\text{ кЭ}$ ,  $H_c(300\text{ K}) = 1.3\text{ кЭ}$  и приведенной остаточной намагниченностью  $M_r/M_s(100\text{ K}) = 0.31$ ,  $M_r/M_s(300\text{ K}) = 0.3$ . Форма кривых намагничивания успешно описывается на основе модели Стонера-Вольфарта для случайно ориентированных однодоменных частиц с кубической анизотропией.

Исследованы концентрационные зависимости интегральных (ширина линии ФМР, коэрцитивная сила) и основных (намагниченность насыщения, обменное взаимодействие, величина поля локальной анизотропии) магнитных характеристик наноструктурированных металлических оболочек Co-P и Fe-Ni-P, синтезированных на наноразмерном порошке  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Установлено, что по структурным и магнитным характеристикам металлические оболочки сплава  $(\text{Fe}_y\text{Ni}_{1-y})_{98}\text{P}_2$  на наноразмерном порошке  $\text{Al}_2\text{O}_3$  близки к пленкам аналогичного состава. Здесь также наблюдались особенности магнитных характеристик, свойственные инварному состоянию сплава FeNi, хотя инварная область в этом случае несколько сдвигается в сторону больших концентраций Ni. Величины магнитных характеристик для металлических оболочек Co-P на частицах  $\text{Al}_2\text{O}_3$  занимают промежуточное положение между аналогичными концентрационными зависимостями для пленок Co-P и порошков.

Методом химического осаждения получены мультислойные пленки “ферромагнетик/ферромагнетик” с различными слоями одинаковой толщины, обладающие спектром спинволнового резонанса в СВЧ диапазоне. Анализ спектров СВР этих пленок позволил обнаружить характерные модификации спектра обменных спиновых волн (скачки обменной жесткости  $\eta$  и ширины спин-волновых мод  $\Delta H$  на брегговском волновом векторе  $k_b = \pi/(d_1 + d_2)$ ), по экспериментальным зависимостям  $\eta(k)$  и  $\Delta H(k)$  от  $k_n = \pi n/N(d_1 + d_2)$ , обусловленные эффектом одномерного магнетонного кристалла.

Исследованы СВЧ свойства обменносвязанных структур  $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}/\text{Cu}(X\text{nm})/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ ,  $2.5 < X < 8\text{ nm}$ . Кривые ФМР записывались при комнатной температуре в двух геометриях эксперимента: внешнее магнитное поле перпендикулярно и параллельно плоскости пленки. В параллельной геометрии регистрировалось две резонансные моды ФМР: “акустическая” и “оптическая”, положения которых определялись величиной и знаком обменного взаимодействия ферромагнитных слоев NiFe. Установлено, что при  $0 < d_{\text{Cu}} < 25\text{ \AA}$  и  $45\text{ \AA} < d_{\text{Cu}} < 65\text{ \AA}$  между ферромагнитными слоями реализуется положительная связь. В случае  $25 < d_{\text{Cu}} < 45\text{ \AA}$  и  $65\text{ \AA} < d_{\text{Cu}} < 80\text{ \AA}$  ферромагнитные слои связаны антиферромагнитным образом. Определена зависимость величины обменной связи от толщины слоя меди.

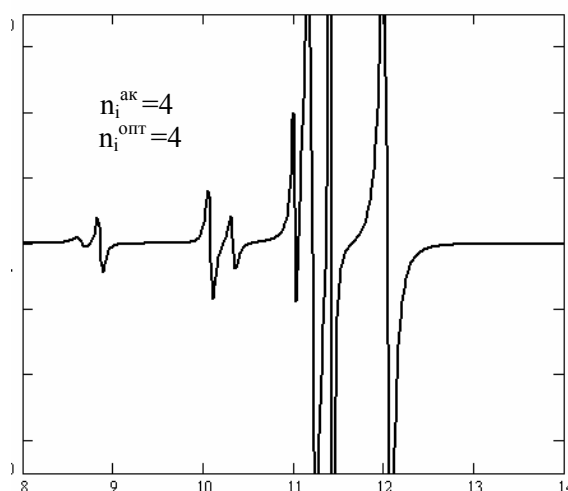


Рис. 11. Спектр СВР трехслойной пленки NiFe(740Å)/Cu(8Å)/NiFe(740Å) в которой между слоями реализуется ферромагнитная связь.

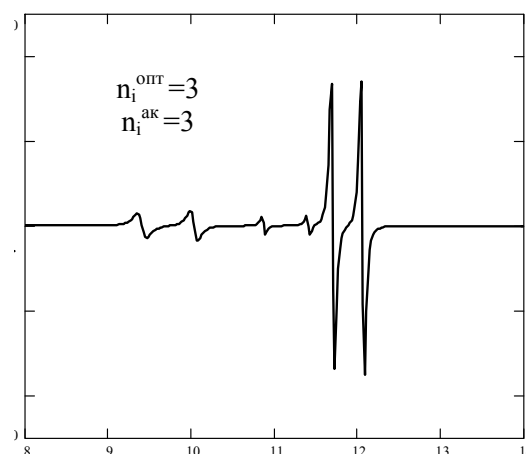


Рис. 12. Спектр СВР трехслойной пленки NiFe(740Å)/Cu(36Å)/NiFe(740Å) в которой между слоями реализуется антиферромагнитная связь.

В перпендикулярной геометрии в исследуемых пленках при толщинах ферромагнитного слоя более 50 nm регистрировался спектр стоячих спиновых волн СВР, представляющий собой суперпозицию акустических и оптических колебаний намагниченности. При положительной величине связи между ферромагнитными слоями, резонансные поля регистрируемого спектра СВР удовлетворяли неравенству:  $N^{\text{ак}}(n_i) > N^{\text{опт}}(n_i)$ . При отрицательной величине связи знак в неравенстве изменялся на противоположный.

Установлено, что особенности магнитной структуры и зависящие от нее свойства в гранулированных пленочных нанокompозитах Co-Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> определяются как индивидуальными параметрами частиц Co, так и эффектами взаимодействия между ними.

Это приводит к принципиальному изменению свойств композитов. В образцах Co-Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, полученных методом импульсно-плазменного распыления магнитная составляющая доведена до 60 %, а размер частиц составляет ~2-3 нм. За счет обменных взаимодействий между магнитными частицами и их малого размера переход из ферромагнитного (при низких температурах) в суперпарамагнитное состояние (при высоких температурах) проходит стадию кооперативного суперпарамагнетизма (КСП) с температурой перехода ~81 К. В состоянии КСП магнитный порядок сохраняется в агрегатах наночастиц. В таком состоянии исследуемые образцы обладают малой коэрцитивной силой (~ 0,02 Э), большой локальной анизотропией и высоким удельным электросопротивлением (~ 5·10<sup>2</sup> Ом·см). С этими параметрами пленки представляют интерес для СВЧ-применений.

Изучены также нанокompозиты, состоящие из наногранул кристаллического Co, расположенных случайным образом в диэлектрической (немагнитной) матрице (с аморфной структурой - SiO<sub>2</sub>, с кристаллической CaF<sub>2</sub>) с содержанием металлического магнитного компонента 30 -70 об.%. Структура металлических наногранул контролировалась методами рентгеновской дифракции и ЯМР. Исследован процесс формирования магнитной микроструктуры в наногранулированных пленках Co-SiO<sub>2</sub>, Co-CaF<sub>2</sub> при прохождении объемной концентрации магнитной фазы через пороги перколяции.

Установлена фрактальная размерность магнитной микроструктуры в нанокompозитных пленках Co-SiO<sub>2</sub> вблизи порога обменной перколяции. В случае нанокompозитов с кристаллическим диэлектриком Co-CaF<sub>2</sub> область образования фрактальной микроструктуры сдвинута в сторону больших концентраций металлической фазы. Для определения фрактальной размерности пространственной конфигурации

магнитных зерен в нанокompозитах использован метод корреляционной магнитометрии, основанный на анализе кривых приближения намагниченности к насыщению.

При комнатной температуре проведены Мессбауэровские измерения, а также измерения спектров ФМР, на порошках высушенных ферригидридов, извлеченных из биомассы микроорганизмов *Klebsiella Oxytoca*.

В исходных порошках кроме ферригидрита обнаружена вторая фаза, обозначенная нами как Z-фаза. Ранее мы приписывали ее к поверхностному железу, или к межслойным катионам железа. Но сильное отличие этой фазы от фазы ферригидрита (большое квадрупольное расщепление 1.5-1.8 мм/с) и зависимость заселенности фазы от состава питания (калий и фосфор) провоцируют альтернативное отнесение (интерпретацию). Известно, что в структуру ферригидрита легко входят как легкие, так и тяжелые катионы. Т.е. калий и фосфор, которые входят в состав среды Lovley для построения белка, вполне могут заселять ферригидрит. Большие ионные радиусы этих катионов обуславливают сильные локальные искажения решетки. Возможно, что фаза Z есть не что иное, как области замещенного ферригидрита.

При отжиге 500С 4 часа появляется новая фаза. Более того, она становится преобладающей, 43%. Отличительные особенности этой фазы – это большая величина изомерного химического сдвига 0.48 мм/с и малое квадрупольное расщепление 0.15 мм/с. Эти особенности свидетельствуют о малой электронной плотности на ядрах железа и о симметричном локальном окружении. Это может быть новая симметричная решетка с большими межионными расстояниями. Назовем ее S-фаза. Эта фаза стабильна при отжиге 500С, но исчезает при отжиге 700С.

При отжиге 700С обнаружены три эффекта. Исчезает фаза ферригидрита, хотя остается фаза замещенного ферригидрита Z. Появляется новая N-фаза и фаза гематита в магнитоупорядоченном состоянии при комнатной температуре. N-фаза составляет основную массу образца и характеризуется довольно малой величиной химического сдвига 0.29 мм/с, обычно характерной для тетраэдрической кислородной координации. Но относительно большое квадрупольное расщепление 0.62 мм/с характерно для октаэдрической координации. Вероятно, решетка этой фазы плотноупакована ионами. N-фаза довольно стабильна при 700С.

- РФФИ гранты: № , 06-02-16100, 06-02-90535 BNTS, 06-02-16132, 06-03-32970, 07-02-00704, 07-02-00226, 07-02-01172-а, РФФИ-НЦНИ № 07-02-92174, 07-03-00320, 07-03-96808-р\_енисей\_а, 07-04-00930, 07-04-96802.

- Программа Президиума РАН «Квантовая макрофизика».
- Программы Отделения физических наук «Спинтроника» и «Сильные электронные корреляции».

- Целевой программы "Развитие научного потенциала высшей школы" (2006-2008 годы) код проекта РНП.2.1.1.7376, Руководитель С. И. Столяр.

- Комплексного интеграционного проекта СО РАН № 37. «Оптические, магнитоэлектрические и калорические эффекты в кристаллах, керамиках и стеклах».

-

## Проект 2.5.1.1. Диэлектрическая спектроскопия природных сред в радиоволновом диапазоне частот

### 1. Диэлектрические спектроскопические модели и базы данных в радиоволновом диапазоне для природных сред

#### 1.1 Спектроскопическая модель диэлектрической проницаемости засоленных грунтов

Проведены измерения комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) грунтов, содержащих соль  $NaCl$ , в зависимости от засоленности и влажности и КДП солевого раствора. На основе экспериментальных данных получены эмпирические формулы для параметров релаксационной модели Дебая солевого раствора при любых концентрациях в диапазоне температур от 0 до 25°C и разработанная нами ранее диэлектрическая рефракционная модель обобщена на случай засоленных грунтов с учетом содержания связанной воды и диэлектрической релаксации почвенного солевого раствора. Предложена методика определения массовой доли соли растворенной в связанной почвенной влаге. Получены соотношения, описывающие зависимость концентрации почвенного свободного раствора от объемной влажности грунта. В результате в формулах рефракционной модели возникают нелинейные зависимости от влажности, которые ранее наблюдались в экспериментах, но не имели количественной интерпретации. Проведено тестирование созданной модели для кварцевого песка и бентонита при различном массовом содержании соли на частотах 0.6, 1.11 и 1.43 ГГц. На рис. 1 приведен пример тестирования созданной модели

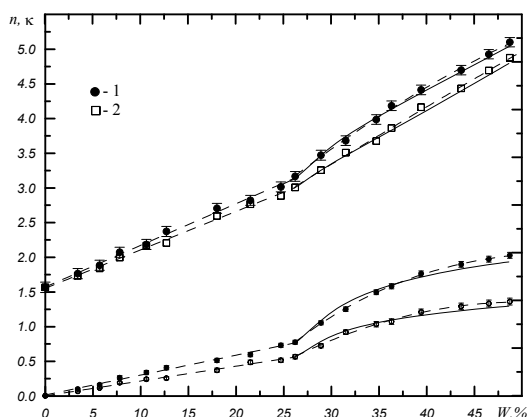


Рис. 1. Зависимости коэффициентов преломления ( $n$ ) и поглощения ( $k$ ) засоленного бентонита от объемной влажности  $W$ . Засоленность  $Z=1\%$ , частота  $f=1,43$  ГГц. Экспериментальные данные 1 и 2 относятся к температурам 25°C и 0°C, соответственно. Сплошными линиями показаны результаты расчета с использованием созданной диэлектрической модели

1 Клещенко В.Н., Комаров С.А., Миронов В.Л. Модельное описание диэлектрической проницаемости засоленных грунтов //Радиотехника и электроника, 2008. Т. 53, N 5, с. 599-605.

### 2. Физические механизмы релаксации влаги и углеводородных жидкостей, связанных на поверхности твердой фазы

#### 2.1 Гистерезис низкочастотного предела диэлектрической проницаемости связанной воды при замерзании и оттаивании почвы

На основе данных измерений частотного спектра комплексной диэлектрической проницаемости почвы в диапазоне частот от 0.5 ГГц до 15 ГГц при температурах от -20°C до 25°C изучены температурные зависимости релаксационных параметров Дебая для свободной и связанной почвенной влаги. В случае низкочастотного предела

диэлектрической проницаемости при температурах фазового перехода наблюдаются разрывы самой диэлектрической проницаемости и ее производной по температуре, соответственно свободной и связанной воды. Более того, впервые наблюдались явления гистерезиса для низкочастотного предела диэлектрической проницаемости отдельно для каждого типа влаги, и количественно измерялись их характеристики. В частности, как видно на рис. 2, в процессе оттаивания оба фазовых перехода происходят при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ . В то время как в процессе замораживания фазовые переходы смещены в область температур ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , и температуры фазовых переходов не совпадают для различных типов влаги. Явления гистерезиса для времени релаксации и проводимости связанной влаги в наших измерениях не были обнаружены.

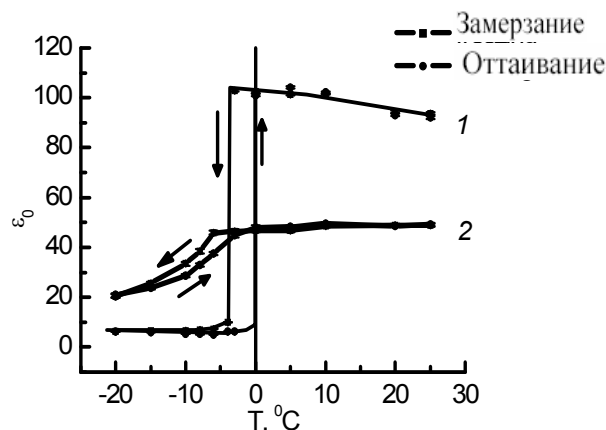


Рис.2. Зависимость низкочастотного предела диэлектрической проницаемости от температуры (1 – свободная вода, 2 – связанная вода)

Ранее наблюдались и исследовались явления гистерезиса только для диэлектрической проницаемости влажных образцов. Публикация [2] является первой в мировой научной литературе по гистерезису релаксационных параметров Дебая самой почвенной влаги.

2 Лукин Ю.И., Миронов В.Л., Комаров С.А. Исследование диэлектрических спектров влажной почвы в процессе замораживания-оттаивания //Известия вузов. Физика, т. 51, №9, 2008, 24-28.

### 3. Радиофизические модели распространения, рассеяния волн и радиотеплового излучения для природных сред. Теория, лабораторный и натурный эксперименты.

#### 3.1. Применение широкополосных электромагнитных импульсов для геонавигации в слоистой среде нефтегазового коллектора

Созданы модели диэлектрических спектров сред нефтегазового коллектора, входными параметрами для которых являются соответствующие петрофизические характеристики горных пород, содержащих кварцевый песчаник, насыщенный соевым водным раствором и нефтью. Развита методологическая основа и найдены решения уравнений Максвелла для электромагнитного поля импульсной волны наносекундной и субнаносекундной длительности, излучаемой антенной конечных размеров в нефтенасыщенной среде и отраженной от водонефтяного контакта. Проведен численный анализ коэффициентов погонного затухания энергии, искажения временной формы и энергетических спектров импульсов при распространении в нефтенасыщенной среде и отражении от водонефтяного контакта. Найдены оценки достижимых глубин зондирования и ошибок позиционирования

зонда относительно водонефтяного и газонефтяного контактов. Получено экспериментальное подтверждение достоверности разработанных алгоритмов оценки затухания энергии импульса. В 2008г по данной проблеме были опубликованы работы [4]-[6]

В качестве иллюстраций на рис. 3 показаны временные формы зондирующих импульсов, отраженных от водонефтяного контакта. На рис. 4 приведены зависимости затухания энергии импульса при распространении в только в нефтенасыщенной среде коллектора и в нефтенасыщенной среде до и после отражении от водонефтяного контакта. В случае коротких трасс сравнение расчетной и измеренной формы импульса показано на рис. 5.

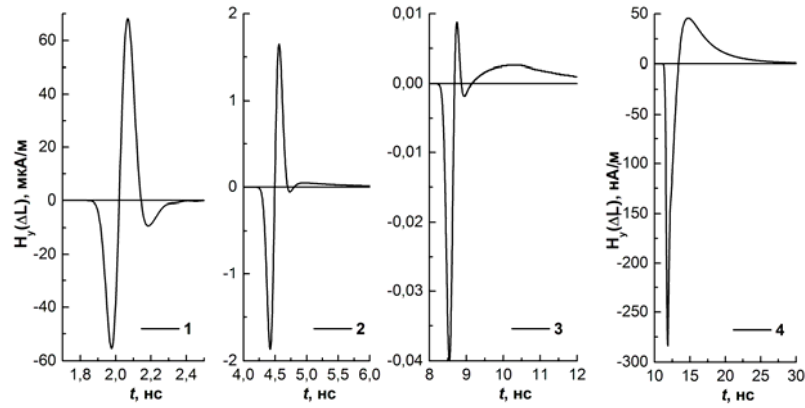


Рис.3. Временные формы отраженных импульсов при исходной длительности импульса на выходе из излучающей антенны  $T=0,1$  нс. Импульсы измеряются на расстоянии  $\Delta L=0,2$  м от излучателя. Излучающая и приемная антенны приподняты над водонефтяным контактом на высоту  $D$ : 1) 0,1 м, 2) 0,3 м, 3) 0,6 м, 4) 0,8 м

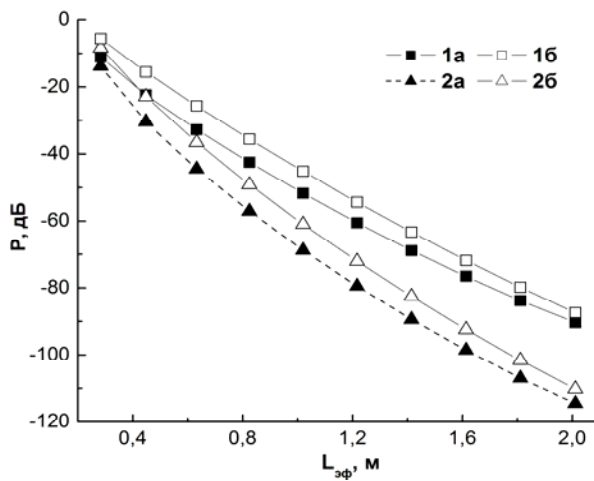


Рис.4. Затухание энергии зондирующего импульса, вычисленное относительно амплитуды огибающей аналитического сигнала импульсов, в зависимости от пройденного эффективного расстояния  $L_{эф}$  для двух длительностей исходного импульса: 1- $T=1,0$  нс, 2-  $T=0,1$  нс.

Затухание отраженных импульсов – (1а, 2а), импульсов, распространяющиеся в только в нефтенасыщенной среде, – (16, 26).

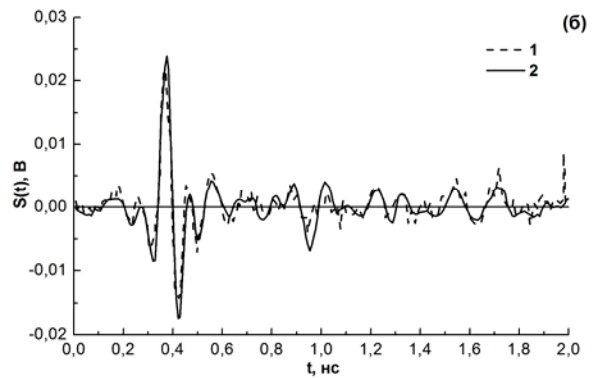
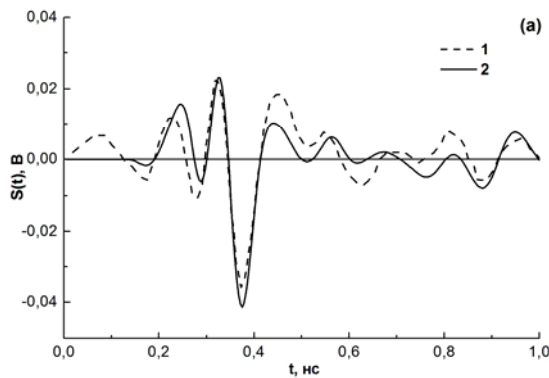


Рис.5. Форма СШП импульса длительностью 0,1 нс при: прохождении (а) нефтеносного слоя толщиной  $\Delta=0,05$  м и отражении (б) от системы нефтеносный слой –  $\Delta=0,011$  м; водоносный слой –  $\Delta=0,034$  м. (1) – расчет; (2) – данные лабораторных измерений.

4. Музалевский К.В., Эпов М.И., Миронов В.Л., Комаров С.А. Возможности применения широкополосных электромагнитных импульсных сигналов для геонавигации в слоистой среде нефтегазового коллектора //Известия вузов. Физика, т. 51, №9/2, 2008, 50-55.
5. Эпов М.И., Якубова О.В., Тельпуховский Е.Д., Миронов В.Л., Якубов В.П. Метод сверхширокополосного радиоволнового каротажа горизонтальных скважин //Известия вузов. Физика, т. 51, №9, 2008, 63-71.
6. М.И. Эпов, К.В. Музалевский, В.Л. Миронов, С.А. Комаров, Тестирование теоретической модели широкополосного зондирования водонефтяного контакта/ Материалы XII Международной научной конференции «Решетневские чтения», Красноярск, Россия, 10-12 ноября 2008, с. 114-115.

### 3.2 Разработка методов радиотеплового зондирования гидрологических почвенных констант

Разработан радиометрический способ зондирования почвенных гидрологических констант, основанный на проведенных в лаборатории радиофизики дистанционного зондирования измерениях диэлектрической проницаемости влажных почв с различным максимальным содержанием связанной воды, находящихся в талом и мерзлом состоянии. Созданный способ зондирования использует зависимость коэффициента излучения мерзлой почвы, увлажненной до максимального количества связанной воды, от объемного содержания этого типа влаги (см. рис. 6), величина которого напрямую связана с такими гидрологическими почвенными константами, как, например, максимальная гигроскопичность и влажность устойчивого завядания. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что для определения максимального количества связанной влаги в почве необходимо провести измерения радиояркостной и термодинамической температур талой и мерзлой почвы непосредственно перед замерзанием и сразу после замерзания почвы на глубину радиотеплового зондирования, как показано на рис. 7. Осцилляции радиояркостной температуры, наблюдаемые на рис. 7, отражают процесс увеличения толщины промерзшего слоя почвы. На разработанный способ измерения получен патент [7]. Погрешность определения влажности устойчивого завядания и максимальной гигроскопичности, как показано в [8], составляет 6,4% и 16,5%. Предложенный метод измерений является пионерским, так в настоящее время в мировой литературе не известны дистанционные методы измерения почвенных констант.

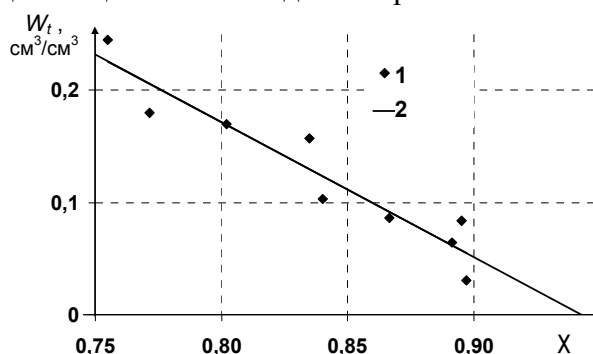


Рис. 6. Связь максимального количества связанной воды  $W_t$  с коэффициентом излучения мерзлой почвы  $\chi$

1- экспериментальные данные, 2 - линия регрессии.

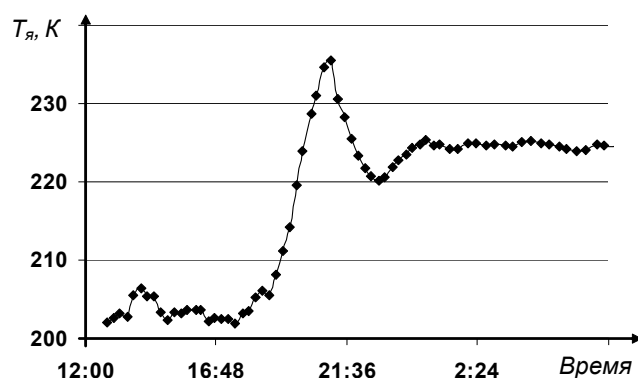


Рис. 7. Временной ход радиояростной температуры  $T_{я}$  на частоте 6,9 ГГц в процессе промерзания верхнего слоя почвенного покрова.

7. Бобров П.П., Миронов В.Л., Яценко А.С. Способ определения влажности устойчивого заивдания. Патент на изобретение №2331062. Приоритет изобретения 10 октября 2006 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 августа 2008 г.

8. Яценко С.А., Бобров П.П., Миронов В.Л. Дистанционный радиометрический метод определения почвенных гидрологических констант //Известия вузов. Физика, т. 51, №9/2, 2008, 105-110.

### 3.3 Создание физических основ радиотеплового космического мониторинга территорий, загрязненных нефтепродуктами

Экспериментально доказано, что в диапазоне частот, 2,7 ГГц, 5 ГГц и 10 ГГц в процессе увлажнения верхнего слоя почвы радиояростные температуры почвенного покрова, загрязнённого и незагрязнённого нефтепродуктами, существенно различается. При свежих разливах нефтепродуктов загрязненная почва после выпадения осадков имеет более высокие значения радиояростной температуры, чем чистая (см. рис. 8). При наличии нефтяной корки в верхнем слое почвенного покрова радиояростные температуры загрязненной почвы после выпадения осадков на всех частотах оказываются существенно меньше, чем у чистой почвы (см. рис. 8).

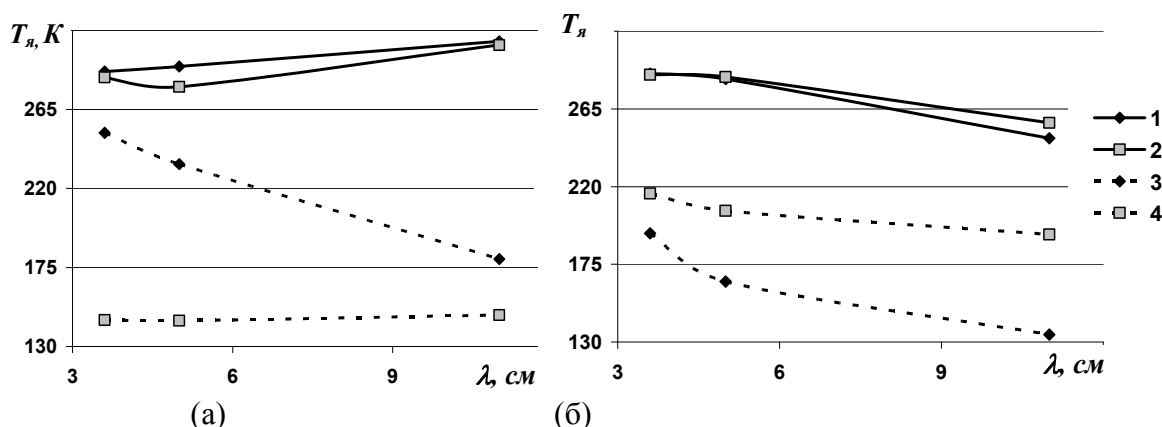


Рис.8. Радиояростные температуры загрязнённого нефтяным маслом и незагрязнённого участков на разных длинах волн. 1, 2 – загрязнённый и незагрязнённый участки перед поливом; 3, 4 – загрязнённый и незагрязнённый участки после впитывания поверхностной воды при свежем разливе нефтяного масла (а) и при наличии масляной корки на поверхности (б).

9. Бобров П.П., Кривальцевич С.В., Яценко А.С. Радиояростные характеристики почв, загрязненных нефтепродуктами// Исследование Земли из космоса. 2008. № 5. С.3-83.

#### 4. Разработка широкополосных устройств измерения комплексной диэлектрической проницаемости почв и минералов в микроволновом диапазоне

##### 4.1. Измерительная установка и алгоритмы восстановления диэлектрической проницаемости влажных грунтов в диапазоне 1 МГц – 4 ГГц

Создана измерительная установка и разработаны алгоритмы определения комплексной диэлектрической проницаемости в диапазоне частот от 1 МГц до 4 ГГц. Диэлектрические измерения производились с помощью векторного анализатора цепей, измеряющего компоненты матрицы рассеяния. Для измерений в диапазоне частот от 1 до 30-40 МГц использовался измерительный конденсатор, а для измерения в диапазоне 30-4000 МГц – коаксиальная ячейка. Обработка данных полученных с помощью коаксиальной ячейки проводилась с применением ранее созданной методики. Элементы эквивалентной схемы конденсатора определены помощью диэлектриков с известными характеристиками. На рис. 9. приведены частотные спектры комплексной диэлектрической проницаемости кварцевого порошка, полностью насыщенного дистиллированной водой. Погрешность измерений диэлектрической проницаемости  $\varepsilon'$ , составила 4 - 10 %, 1 - 4 % и 2 - 4 % в диапазонах частот от 1 МГц до 3 МГц, от 3 МГц до 30 МГц и от 30 МГц до 4 ГГц, соответственно. В то время как погрешность измерения фактора потерь  $\varepsilon''$  в диапазоне частот от 1 МГц до 30 МГц и от 30 МГц до 4 ГГц оказалась равной 1-5% и менее 10 %, соответственно. Создание такой установки является новым в диэлькометрии, так как в литературе не известны случаи измерения, количественно сопряженных диэлектрических спектров для влажных образцов горных пород в диапазоне частот от 1 МГц до 4 ГГц.

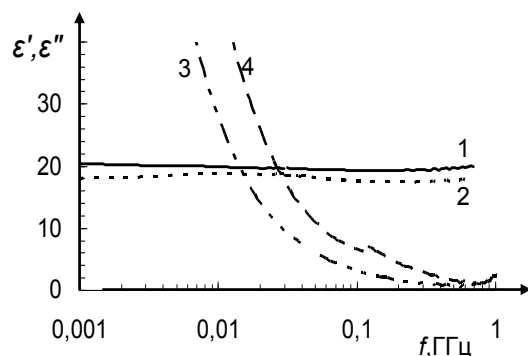


Рис. 9. Частотные спектры комплексной диэлектрической проницаемости для водонасыщенного кварцевого порошка (размер гранул 100-220 мкм). (1,2) – диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon'$ , (3, 4) – фактор потерь  $\varepsilon''$ . Измерения проведены при температурах 25°C (1,3) и 85°C (2,4).

10. Репин А.В., Бобров П.П., Миронов В.Л., Терентьев С.А. Зависимость диэлектрической проницаемости водно-песчаных смесей от размеров твердых частиц, частоты и температуры //Известия вузов. Физика, т. 51, №9/2, 2008, 120-123.

# **НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА ИНСТИТУТА В 2007 г.**

---

## **Общие сведения**

В 2008 г. Институт выполнял работы по фундаментальным исследованиям в соответствии с утвержденными Основными заданиями к плану научно-исследовательских работ в рамках бюджета Сибирского отделения РАН; общий объем финансирования через СО РАН – **116 925 297 руб.**

Институт участвовал в выполнении четырех проектов президентской программы:

- «Грант Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых и научных школ» НШ-1011.2008.2, НШ-3818.2008.3; МК-4278.2008.2; МК-3624.2007.2; МК-1292.2008.2

2 проектов по программам Президиума РАН:

- программа «Квантовая макрофизика»: проект «Условия формирования квантовой спиновой жидкости в сильно коррелированных квантовых магнетиках»
- программа «Разработка методов получения новых химических веществ и создание новых материалов»: проект «Разработка принципов структурирования новых полимерно-жидкокристаллических композитов методом поляризационной голографии и исследование влияния надмолекулярной структуры на их оптические свойства»

4 проектов по программам Отделения физических наук РАН:

- программа «Сильно коррелированные электроны в полупроводниках, металлах, сверхпроводниках и магнитных материалах»: проект «Основное состояние и транспортные свойства сильнокоррелированных ВТСП и тяжелофермионных антиферромагнетиков, нефермижидкостные эффекты в купратах и манганитах»;
- программа «Спин-зависимые эффекты в твердых телах и спинтроника»: проект «Транспортные, резонансные и оптические свойства соединений и магнитных гетероструктур с гигантским магнитосопротивлением»
- программа «Новые материалы и структуры»: проект «Синтез, структура и исследование новых оксидных и оксифторидных кристаллов и стекол с особыми диэлектрическими и магнитными свойствами, перспективных материалов для электроники и оптики».
- программа «Оптическая спектроскопия и стандарты частоты»: проект «Оптическая спектроскопия молекулярно-ионных кристаллов, жидких кристаллов и жидкокристаллических композитов»

5 междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН:

- проект: «Развитие физико-химических основ фотоннокристаллических структур для СВЧ- и оптоэлектронной техники»
- проект: «Исследование областей локализации наноразмерных шпинельных образований в алюмосиликатной матрице ценосфер и границ существования магнитных фазовых превращений»
- проект: «Исследование распространения наносекундных электро-магнитных импульсов в геологической среде для создания фундаментальной основы принципиально новых технологий зондирования в нефте-газовых скважинах»
- проект: «Теория эффектов сильных кулоновских электрон-электронных корреляций в перспективных диэлектрических и полупроводниковых материалах для электротехники, микроэлектроники и катализа»
- проект: «Разработка научных основ и методов получения композиционных полимерных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, обладающих уникальными физико-техническими характеристиками»

3 комплексных интеграционных проектов СО РАН:

- проект: «Исследование электрон-фононных характеристик и кинетических свойств неоднородных сверхпроводящих фаз в планарных системах»
- проект: «Создание гетероструктур полупроводник/магнитный металл методами МЛЭ и исследование их физических свойств»
- проект: «Оптические, магнитометрические и калорические эффекты в диэлектриках, магнетиках и релаксорах»

В Институте также проводились исследования, поддержанные:

- грантами РФФИ (38 проектов);
- региональной программой «Поддержка приоритетных научных исследований в Красноярском крае» (20 проектов);

Прикладные работы в Институте выполнялись в рамках хозяйственных договоров. Данные о финансировании научно-исследовательских работ в Институте по программам, грантам и хоздоговорам приведены в Таблице 1.

Данные о численности сотрудников, работающих в Институте, и распределение численности сотрудников по научным подразделениям показаны в Таблице 2 и Таблице 3 .

**Таблица 1. Финансирование научно-исследовательских работ в Институте по программам и грантам в 2008 г (данные на 01.01.2009г).**

| Финансирование в отчетном году (тыс. руб.). Количество тем, по которым проводились исследования (в скобках – количество тем, законченных в отчетном году) |                         |                                              |                        |                 |                       |                           |                                           |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| Всего                                                                                                                                                     | Президентские программы | Государственные научно-технические программы | Региональные программы | По грантам РФФИ | По зарубежным грантам | По международным проектам | По хоздоговорам с российскими заказчиками | Программы РАН и СО РАН |
| 1                                                                                                                                                         | 2                       | 3                                            | 4                      | 5               | 6                     | 7                         | 8                                         | 9                      |
| 29008,581                                                                                                                                                 | 1322,488                | -                                            | 616,0                  | 16243,85        | -                     | -                         | 2463,148                                  | 7593,4                 |
|                                                                                                                                                           | 5(1)                    |                                              | 20(20)                 | 38(25)          |                       |                           | 16(15)                                    | 19                     |

\* - показаны гранты, финансирование которых проходило через счет Института

**Таблица 2. Данные о численности сотрудников, работавших в Институте на 01.12. 2007 г.**

| Общая численность | В т. ч. научных сотрудников | Из них:    |                  |               |                 |                                 |                      |                   |
|-------------------|-----------------------------|------------|------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|
|                   |                             | членов РАН |                  | докторов наук | кандидатов наук | научных сотрудников без степени | молодых специалистов | кол-во аспирантов |
|                   |                             | академики  | членов-корр. РАН |               |                 |                                 |                      |                   |
| 1                 | 2                           | 3          | 4                | 5             | 6               | 7                               | 8                    | 9                 |
| 304/265           | 149/128                     | 2/1        | 1                | 36/30         | 97/84           | 13/12                           | 41/34                | 51                |

Примечание: всего/основных

**Таблица 3. Распределение численности сотрудников по подразделениям на 01.01. 2008 г.**

| Лаборатория | Штат       |                            |        | научн. сотрудн. |                   |              | молод. сотр.        |                  |               | аспиранты |
|-------------|------------|----------------------------|--------|-----------------|-------------------|--------------|---------------------|------------------|---------------|-----------|
|             | Штат всего | В т.ч. совм.               | б/сод. | Штат всего      | совм. в т.ч.      | б/сод в т.ч. | Штат всего (ставок) | совм. в т.ч.     | б/сод. В т.ч. | Инст.     |
| КО          | 5,5        | -                          | -      | 5,5             | -                 | -            | 1                   | -                | -             | 3         |
| ТНП         | 4,1        | -                          | -      | 4,1             | -                 | -            | -                   | -                | -             | 1         |
| КФ          | 20,05      | 1(0,5)<br>1(0,2)           | -      | 14,15           | 1(0,5)<br>1(0,2)  | -            | 5,5                 | -                | -             | 3         |
| РСМУВ       | 16,15      | 1(0,4)                     | -      | 13,15           | 1(0,4)            | -            | 3                   | -                | -             | 4         |
| ЭДСВЧЭ      | 10         | 2(0,25)<br>3(0,5)          | -      | 6               | 3(0,5)<br>2(0,25) | -            | 3                   | -                | -             | 5         |
| ФМП         | 8,55       | 1(0,5)<br>2(0,25)          | -      | 6,75            | 1(0,5)            | -            | 1,8                 | 1(0,5)           | -             | 1         |
| ФМЯ         | 19,5       | 1(0,5)<br>1(0,35)          | 1(0,5) | 13,5            | 1(0,5)            | 1(0,5)       | 7,5                 | -                | 1(0,5)        | 9         |
| АМИВ        | 6,95       | 1(0,5)                     | -      | 5               | -                 | -            | 4,6                 | -                | -             | 1         |
| МС          | 17,15      | 1(0,15)<br>3(0,4)          | -      | 12,05           | 1(0,15)<br>2(0,4) | -            | 3,1                 | -                | -             | 4         |
| РСЭ         | 14,65      | 1(0,1)<br>1(0,2)<br>1(0,5) | -      | 9,15            | 1(0,1)<br>1(0,2)  | -            | 2,75                | -                | -             | 4         |
| СМП         | 10         | -                          | -      | 6,5             | -                 | -            | 3,75                | -                | -             | 3         |
| ТФ          | 6,25       | -                          | -      | 6,25            | -                 | -            | 2,5                 | -                | -             | 2         |
| МД          | 13,1       | 1(0,4)<br>2(0,5)           | -      | 7,45            | 1(0,4)<br>2(0,5)  | -            | 1                   | 2(0,5)           | -             | 4         |
| РДЗ         | 6,2        | 3(0,3)<br>1(0,2)<br>1(0,4) | -      | 3,6             | 3(0,3)            | -            | 3,3                 | 1(0,2)<br>1(0,4) | -             | 1         |

*Примечание: штат – штатные сотрудники, совм. – работающие по совместительству, б/сод. – находящиеся в отпуске без содержания.*

## Международные связи

### Международные гранты

1. Новые слоистые 3d-материалы для спинтроники (New Layered 3d-materials for Spintronics). INTAS No 06-1000013-9002 (2006-2008гг.). Совместно с Институтом Пауля Шеррера (Швейцария), Институтом Лауэ-Ланжевена (Франция), Институтом физики ПАН (Польша) и ИНХ СО РАН. Научный руководитель: д.ф.-м.н. проф. Г.А.Петраковский.

2. Первопринципные исследования электронной структуры и электрон-фононного взаимодействия в оксидах переходных металлов с сильными электронными корреляциями. РФФИ-БНТС N 06-02-90537. Совместно с Университетом Леобена (Австрия). Научный руководитель: Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. С.Г.Овчинников.

### Договоры о сотрудничестве с научными организациями зарубежных стран

Безвалютный научный обмен в рамках межакадемического сотрудничества. Институт физики Польской Академии Наук, Варшава (2005–2010 гг.). Магнитные, магнитоупругие и спектроскопические исследования оксидных соединений меди (Magnetic, Magnetoelastic and Spectroscopic Investigations of the 3d and 4f oxides and sulfides). Координаторы: Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. Г.А.Петраковский (ИФ СО РАН); проф. Г.Шимчак (ИФ ПАН).

Соглашение о научном сотрудничестве. Институт Макса Планка физики сложных систем, Дрезден, Германия (2005-2010 гг.). Многочастичный квантовый хаос в системе взаимодействующих холодных атомов. Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. проф. А.Р.Коловский (ИФ СО РАН), проф.

А.Бухляйтнер (ИМПФСС). Теория С-матрицы для баллистического транспорта электронов через массив квантовых точек. Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. проф. А.Ф.Садреев (ИФ СО РАН), проф. И.Роттер (ИМПФСС). Электронная структура оксидов переходных металлов в пределе сильных корреляций. Ответственные исполнители: Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. С.Г.Овчинников (ИФ СО РАН), проф. П.Фулде (ИМПФСС).

Соглашение об академическом обмене в рамках программы СО РАН «Физика неметаллических магнетиков». Технический факультет Университета Фукуи, Япония (17 января 2005 г., срок действия не ограничен). Ответственные исполнители: Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. Г.А.Петраковский (ИФ СО РАН); проф. Х. Накагава (Технический ф-т Университета Фукуи).

Договор об академическом сотрудничестве. Университет Гвадалахары, Мексика. Научный руководитель: Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. С.Г.Овчинников.

Соглашение о научном сотрудничестве. Чангвонский Национальный Университет, Республика Корея (2007 – 2012 гг.). Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. проф. Г.С.Патрин (ИФ СО РАН); д. Ч.-Г. Ли (Чангвонский Национальный Университет).

Договор о научном сотрудничестве. Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси (2005-2008гг.). Развитие физико-химических основ создания гибких оптоэлектронных материалов и устройств на основе капсулированных полимером жидких кристаллов. Ответственные исполнители: д.ф.-м.н.В.Я.Зырянов (ИФ СО РАН), д.ф.-м.н. В.А.Лойко (ИФ НАНБ).

Договор о научном сотрудничестве. Самаркандский Государственный университет, Узбекистан (2005-2008 гг.). Исследование оптических и нелинейно-оптических свойств нанокмполитов «металл-диэлектрик» и перспективы их практических применений. Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. С.В.Карпов, д.ф.-м.н.В.В.Слабко (ИФ СО РАН), к.ф.-м.н. М.К. Кодиров, к.ф.м.-н.А.И.Ряснянский (СГУ).

Договор о творческом содружестве Восточно-Казахстанского Государственного Университета им. С.Амонжолова, АО «ВостокМашЗавод» и Института физики СО РАН (2003–2010гг.). Координаторы: проф. А.А.Абжаппаров (ВКГУ); Л.И.Бердус (АО ВостокМашЗавод); академик В.Ф.Шабанов (ИФ СО РАН).

Посещение зарубежных научных организаций

В 2008 г. сотрудники Института физики выезжали в 16 стран мира, включая 4 государства ближнего зарубежья. Всего за отчетный период осуществлено 37 командировок.

**Таблица 1. Зарубежные командировки сотрудников Института физики в 2008 г.**

| Страна                                    | Всего командировок | Краткосрочные (до 6 месяцев) | Длительные (от 6 мес. до 1 года) |
|-------------------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Австрия                                   | 3                  | 3                            |                                  |
| Германия                                  | 4                  | 4                            |                                  |
| Индия                                     | 1                  | 1                            |                                  |
| Испания                                   | 1                  | 1                            |                                  |
| Китай                                     | 3                  | 3                            |                                  |
| Корея                                     | 1                  | 1                            |                                  |
| Нидерланды                                | 1                  | 1                            |                                  |
| Польша                                    | 2                  | 2                            |                                  |
| США                                       | 1                  | 1                            |                                  |
| Франция                                   | 2                  | 2                            |                                  |
| Швейцария                                 | 4                  | 4                            |                                  |
| Япония                                    | 1                  | 1                            |                                  |
| <i>Страны ближнего зарубежья, из них:</i> |                    |                              |                                  |
| Белоруссия                                | 4                  | 4                            |                                  |

|               |           |           |   |
|---------------|-----------|-----------|---|
| Литва         | 7         | 7         |   |
| Узбекистан    | 1         | 1         |   |
| Украина       | 2         | 2         |   |
| <b>Итого:</b> | <b>38</b> | <b>38</b> | - |

В настоящее время двое сотрудников Института из числа выехавших в предыдущие годы продолжают научную работу за рубежом по контракту (П.Аврамов, Киото, Япония; М.Коршунов, Дрезден, Германия).

В международных симпозиумах и конференциях, проводимых за рубежом в 2008 г., приняли участие 28 человек.

### **Участие в международных научных мероприятиях, проводимых за рубежом**

- Международная конференция «Новые материалы и сверхпроводники» (New Materials and Superconductors), февраль - март 2008 г., Планеральм (Австрия);
- Рабочий семинар в рамках проекта INTAS «Новые слоистые 3-d-материалы для спинтроники» (New Layered 3d-Materials for Spintronics), март - апрель 2008 г., Виллиген (Швейцария);
- Международный симпозиум «Успехи в электромагнитных исследованиях» (PIERS-2008), март - апрель 2008 г., Хангджоу (Fudan University), Шанхай (Китай);
- Международная конференция «Квантовый хаос в наноносителях», май 2008 г., Дрезден (Германия);
- XV Международный симпозиум по био- и хемилюминесценции ISBC-2008, май, Шанхай (Китай);
- IX Российско-Балтийско-СНГ-Японский Симпозиум по сегнетоэлектричеству RCBJ-2008, июнь, Вильнюс (Литва);
- XV Международная конференция по люминесценции и оптической спектроскопии твердого тела ICL08, июль, Лион (Франция);
- Международный симпозиум по мартенситным превращениям ICOMAT-08, июнь - июль, Санта Фе, (Нью-Мехико, США);
- XXII Международная конференция по жидким кристаллам ILCC-2008, июнь - июль, Джею Айленд (Республика Корея);
- XXV Международная конференция по физике низких температур, август 2008 г., Лейденский Университет, Амстердам (Нидерланды);
- VI Международная конференция по механохимии и механическим сплавлениям INCOME-2008, ноябрь - декабрь, Джамшедпур (Индия).
- Конференции в странах СНГ
- 16-й международный симпозиум «Перспективные дисплейные технологии», февраль 2008 г., Минск (Беларусь);
- Международная конференция «Наноструктурные материалы - 2008. Беларусь - Россия - Украина.» (НАНО - 2008), апрель, Институт физики твердого тела НАНБ, Минск, (Беларусь);
- V Международный симпозиум «Фуллерены и фуллереноподобные структуры в конденсированных средах», апрель 2008 г., Минск, (Беларусь);
- Симпозиум НАТО «Последние достижения в нелинейной динамике и физике комплексных систем», октябрь 2008 г., Институт теплофизики УзАН, Ташкент (Узбекистан);
- V Международная конференция «Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий», сентябрь - октябрь 2008 г., Ялта (Украина);
- XII Международная конференция «Электроника, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты», сентябрь - октябрь 2008 г., Алушта (Украина).

## **Прием иностранных ученых и специалистов**

27 мая - 2 июня 2008 г. Ввод в эксплуатацию и испытания системы измерения физических свойств материалов (PPMS) - Йорг Тобиш (Jörg Tobisch), инженер по эксплуатации компании L.O.T.-Oriel GmbH & Co., Дармштадт, Германия.

Ответственный за прием: Еремин Е.В., к.ф.-м.н., научный сотрудник лаборатории РСЭ.

## **Членство сотрудников в международных научных организациях**

Советник РАН академик К.С.Александров - член Азиатско-Тихоокеанской Академии Материалов (Китай, г. Шиньян); почетный член Индийского Общества Исследования Материалов; почетный Академик НАН Украины.

Засл. Деятель науки России д.ф.-м.н. проф. С.Г.Овчинников - член Американского физического общества.

Д.ф.-м.н. А.Ф.Садреев - почетный Доктор Технологии факультета технологии Университета г.Линкопинг, Швеция.

## **Работа советов**

В течение отчетного года проведено 9 заседаний Ученого совета Института

На заседаниях Ученого совета регулярно заслушивалась информация о научной и финансовой деятельности Института в 2008 году, отчеты по госконтрактам, по научным школам.

Состоялись 4 заседания диссертационного совета Д 003.055.01, на которых были защищены 3 кандидатских и 1 докторская диссертации. В диссертационном совете Д 003.055.02 было проведено 8 заседаний, на которых были защищены 5 кандидатских диссертаций и 3 докторские диссертации

В отчетном году аспирантуру закончило 11 человека, из них: 5 - с защитой диссертации. В аспирантуру Института принято 16 человек. В настоящее время в аспирантуре Института обучается 51 человек, в докторантуре -1.

## **Научная библиотека Института физики СО РАН в 2008 г.**

При нынешнем развитии информационных технологий и уровне информационной культуры пользователей, которые самостоятельно наводят в Интернете справки о публикациях и получают полные тексты, работа библиотеки не упрощается. Возникла ещё большая необходимость качественного улучшения библиотечного фонда – основы обслуживания читателей. В результате из него изъята в этом году ещё часть излишне дублетных, устаревших по содержанию, не соответствующих тематике исследований книг. Книги из книгохранилища, пользующиеся читательским спросом, прошли пересистематизацию по действующим таблицам библиотечно-библиографической классификации (ББК) со сменой места хранения. За год в фонд поступило более семисот новых книг и журналов, в т.ч., 136 иностранных. Оперативно делалась библиографическая обработка, информирование читателей о поступлениях.

В настоящее время в электронном каталоге содержится информация о 13% библиотечных книг и полностью - об иностранных журналах. По базам данных видно, что журнальный фонд реально гораздо больше, чем по статистике. Поиск в наших БД можно вести с двух точек: <http://cnb.krasn.ru/> ; <http://library.krasn.ru/>.

Систематически оформлялась льготная подписка на электронные журналы, бесплатный доступ к ресурсам на период их тестирования в консорциуме НЭИКОН: <http://www.neicon.ru>. Подписка производится на конкурсной основе, регистрируются все обращения и при низкой или нулевой активности пользователей ресурс отключается в пользу других организаций.

На основе лицензионных соглашений РФФИ с зарубежными издательствами нашим сотрудникам доступны их журналы в режиме on-line: <http://www.rfbr.ru>.

Менее активно, но продолжают у нас пользоваться спросом ресурсы научной электронной библиотеки: <http://elibrary.ru>.

Недоступные в Интернете статьи были получены для читателей в виде электронных или бумажных копий из библиотек СО РАН: <http://www.spsl.nsc.ru>, библиотеки по естественным наукам: <http://www.bengran.ru> и других книгохранилищ.

К сожалению, отсутствие хорошо организованной библиотечной страницы на сайте Института приводит к пробелам в информировании пользователей о продуктах и услугах нашей библиотеки и о тех ресурсах, доступ на которые она оформляет или рекомендует.

Для поиска в наших и удалённых ресурсах установлен компьютер для пользователей библиотеки, а также автоматизировано и оборудовано новой кафедрой выдачи документов рабочее место библиотекаря на абонементе.

Для улучшения внешнего вида и удобства пользования оформлены новые каталожные и полочные разделители.

В целях сохранности фонда и уменьшения отказа другим читателям усилен контроль за выданной литературой, выявлялись утерянные книги и журналы, определялся порядок их восстановления.

Количество обслуживаемых библиотекой читателей почти не изменилось, оно гораздо больше числа сотрудников Института. У нас читают преподаватели и сотрудники других учреждений, приходится принимать студентов СФУ, других вузов – там не обеспечивают соответствующей литературой учебные курсы и преподаватели рекомендуют посетить библиотеку ИФ. Постоянная выдача, копирование ведёт к порче изданий, отвлекается время библиотекарей на консультирование этой категории читателей, имеющих скромный уровень библиотечно-библиографических знаний.

Как и весь Институт, библиотека готовится к предстоящему в 2009 году столетию Л.В. Киренского. Составлен список литературы о нём (прецедентов не обнаружено. Пока включает 53 названия). В краевую библиотеку отправлен этот список и материал о Л.В. Киренском для календаря памятных и знаменательных дат "Край наш Красноярский": <http://www.kraslib.ru/>.

За год опубликована статья о личных коллекциях книг в библиотеке,<sup>1</sup> сделан доклад о краеведческой составляющей в работе академической библиотеки.<sup>2</sup> Приняли участие в работе научной конференции. <http://www.kraslib.ru/>.<sup>3</sup>

Сотрудник библиотеки прошёл обучение по программе «Система автоматизации ИРБИС: современные технологии работы библиотек образовательных учреждений» (Красноярск, СибГТУ, 5-14 ноября 2008 г.).

Некоторые количественные показатели работы библиотеки

|                                                | 2008 Г.   | 2007 Г.   |
|------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Читатели библиотеки, чел.                      | 378       | 365       |
| Посетили библиотеку, раз                       | 8490      | 8402      |
| Библиотечный фонд, экз.                        | 97103     | 97716     |
| Объём баз данных, записей                      | 46373     | 33882     |
| Доступ on-line, изд-во (подписка, регистрация) | 32        | -         |
| Зарегистрированных обращений, раз (статей)     | 6950      | -         |
| Компьютеров, шт. / ПО                          | 3 / ИРБИС | 2 / ИРБИС |
| Персонал библиотеки, чел.                      | 3         | 4         |

<sup>1</sup> V Юдинские чтения: Материалы научно-практич. конференции (Красноярск, 9-12 окт. 2007 г.). – Красноярск: 2008. – С.95-98.

<sup>2</sup> X Всероссийский научно-практич. семинар «Библиотечное краеведение России: динамика последнего десятилетия» (Красноярск, 11-14 ноября 2008 г.)

<sup>3</sup> «Роль ГПНТБ СО РАН в развитии информационно-библиотечного обслуживания в регионе» (Новосибирск, 6-10 окт. 2008 г.)

## ПУБЛИКАЦИИ ИНСТИТУТА В 2008 г.

### *Общие данные по Институту, жестко рецензируемые публикации*

| Монографии | Число публикаций |            |                                               | Число охранных документов |          |
|------------|------------------|------------|-----------------------------------------------|---------------------------|----------|
|            | Статьи           |            | Доклады в сборниках международных конференций | Патенты                   | Лицензии |
|            | отечественные    | зарубежные |                                               |                           |          |
| 1          | 2                | 3          | 4                                             | 5                         | 6        |
| 3          | 124              | 66         | 96                                            | 8                         | 1        |

### *Публикации лабораторий Института в 2008 г.*

|       | Жестко рецензируемые публикации |            |              |             |         |       | Прочие публикации |            |        |             |            |
|-------|---------------------------------|------------|--------------|-------------|---------|-------|-------------------|------------|--------|-------------|------------|
|       | главы в книгах                  | отеч. жур. | иностр. жур. | междун. сб. | патенты | Итого | отеч. сб.         | тез. конф. | препр. | элект. пуб. | учеб. пос. |
| КО    |                                 | 16         | 8            | 11          |         | 35    | 8                 | 22         |        | 3           |            |
| ТНП   | 2                               | 1          | 5            |             |         | 8     |                   | 1          |        |             |            |
| КФ    |                                 | 23         | 13           | 12          | 2       | 50    | 2                 | 37         |        |             | 3          |
| РСМУВ |                                 | 10         | 9            | 13          | 2       | 34    | 2                 | 24         |        |             |            |
| ЭДСВЧ |                                 | 10         | 1            | 8           | 2       | 21    | 5                 | 5          |        |             | 3          |
| ФМП   |                                 | 8          | 4            | 14          |         | 26    | 3                 | 35         |        |             | 1          |
| ФМЯ   |                                 | 19         | 18           | 6           |         | 43    | 1                 | 30         |        | 1           |            |
| АМИВ  | 1                               | 3          | 2            | 5           | 2       | 13    | 3                 | 6          |        |             | 2          |
| МС    |                                 | 30         | 8            | 13          | 1       | 52    | 6                 | 18         |        | 2           |            |
| СМП   |                                 | 5          | 7            | 11          | 1       | 23    |                   | 3          |        | 1           |            |
| ТФ    |                                 | 7          |              | 4           |         | 11    |                   | 15         |        |             |            |
| МД    |                                 | 10         | 3            | 6           |         | 18    |                   | 22         |        |             |            |
| РСЭ   |                                 | 9          | 11           | 7           |         | 27    |                   | 13         |        |             |            |
| РДЗ   |                                 | 13         |              | 1           | 1       | 15    | 2                 | 8          | 1      | 2           |            |

# Публикации

---

## Главы в книгах

1. Churilov G.N., Fedorov A.S., Novikov P.V. Theoretical Studies of Fullerene Formation in Plasma // In: Progress in Fullerene Research, Ed. by Milton Lang, NY: Nova Science Publishers, 2007, pp.275-303.
2. Rotter I. and Sadreev A.F., Unified Description of Resonance and Decay Phenomena in Quantum Dots, in book "Quantum Dots, Research, Technology and applications", ed. By R.W. Knoss, pp. 578-627 (2008, Nova Sciencers Publ.).
3. Sadreev A.F., Bulgakov E.N., Pichugin K.N., Rotter I., and Babushkina T.V., Transmission through quantum dots with variable shape. Bound states in the continuum, in book "Quantum Dots, Research, Technology and applications", ed. By R.W. Knoss, pp. 547-577 (2008, Nova Sciencers Publ.).

## Учебные пособия

1. Жигалов В.С., Полякова К.П., Варнаков С.Н., Середкин В.А., Фролов Г.И. Методы нанесения магнитных слоев и исследования их физических свойств // Красноярск: СибГАУ.- 2008, 138 с.

## Статьи в журналах

1. Abramova G. M. , Petrakovskii G. A. , Bayukov O. A. , Varnek V. A., Sokolov V. V., and Bovina A. F. Mössbauer studies of Fe x Mn1 - x S single crystals // Physics of the Solid State. – 2008. – V.50. - №2. – pp. 237-240.
2. Avramov P.V., Sorokin P.B., Fedorov D.G., Chernozatonskii L.A., Narumi K., Ovchinnikov S.G. and Morokuma K.. Quantum dots embedded into silicon nanowires effectively partition electron confinement // J. Appl. Physics. – 2008. – V. 104. – p. 054305(6).
3. Abramova G., Volkov N., Petrakovskiy G., Sokolov V., Boehm M.; Bajukov O., Vorotynov A.; Bovina A., Pischjugin A. Synthesis and properties of Mn1-XFeXS single crystals at room temperature // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2008. – V. 320. – pp. 3261-3263.
4. Aleksandrovsky A.S., Arkhipkin V.G. Bezmaternykh, L.N., Gudim I.A., Krylov A.S., and Vagizov F. Optical and Mossbauer Spectroscopy of Europium Gallium Garnet Single Crystals Grown from Fluxes of Different Content // Известия вузов: Физика. - 2008. – Т.51. - №10/2. - pp. 110-114.
5. Aleksandrovsky A.S., Arkhipkin V.G., Bezmaternykh L.N., Gudim I.A., Krylov A.S., Vagizov F. Origin of color centres in the flux-grown Europium Gallium Garnet // J. Appl. Phys. – 2008 V. 103. - No. 8, - p. 083102.
6. Aleksandrovsky A.S., Bezmaternykh L.N., Bovina A.F., Gudim I.A., Kharlamova S.A., Krylov A.S., Melnikova S.V., Temerov V.Ye. Unusual Valence States of Manganese Ions in Gadolinium Gallium Aluminum Borate Single Crystals // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2008. – Т. 51. – №10/2. – С. 115-119.
7. Aleksandrovsky A.S., Vasiliev A.D., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Growth, optical, and electromechanical properties of single crystalline rhombic bismuth triborate // Journal of Crystal Growth, -2008- V.310, - No.18, - pp.4027-4030.
8. Aleksandrovsky A.S., Vyunishev A.M., Zaitsev A.I., and Zamkov A.V. Characterization of Domain Structure in Strontium Tetraborate Crystals via Nonlinear Diffraction // Известия вузов: Физика. - 2008 – 51. - №10/2. – С. 120-125.

9. Aleksandrovsky A.S., Vyunyshev A.M., Shakhura I.E., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Random quasi-phase-matching in nonlinear photonic crystal structure of strontium tetraborate // *Phys. Rev. A.* – 2008. – V. 78. – p. 031802(1-4).
10. Aleksandrovsky A.S., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Observation of spontaneously grown domain structure in SBO crystals via nonlinear diffraction // *Proceedings of SPIE.* – 2007. – V. 6610. – 66100V-1 - 66100V-6.
11. Aplesnin S.S., Petrakovskii G.A., Miroshnichenko N.I. Simulation of magnetic properties of the two-dimensional magnetic with anisotropic antiferromagnetic interactions and cluster ordering by quantum Monte Carlo // *Physics Letters A.* – 2008. – V. 372. – pp. 4722-4725.
12. Arkhipkin V.G., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F. Angular tuning of defect modes spectrum in the one-dimensional photonic crystal with liquid crystal layer // *Euro. Phys. J. E.* – 2007. – V. 24, No 3. – P. 297-302.
13. Arkhipkin V.G., Myslivets S.A., Shabanov A.V., Vetrov S.Ya. Photonic crystals with resonantly absorbing defects // *Известия вузов. Физика.* – 2008. – Т. 51, № 10/2. – С. 21-25.
14. Arkhipkin V.G., Timofeev I.V. Matched pulses under nonlinear mixing in double- $\Lambda$  atomic system by Electromagnetically Induced Transparency // *Известия вузов: Физика,* – 2008. – Т.51, – №10/2, – С.40-48.
15. Avramov P.V., Sorokin P.B., Fedorov D.G., Chernozatonskii L.A., Narumi K., Ovchinnikov S.G. and Morokuma K.. Quantum dots embedded into silicon nanowires effectively partition electron confinement // *J. Appl. Physics.* – 2008. – V. 104. – P. 054305(6).
16. Balaev D.A., Dubrovskiy A.A., Popkov S.I., Shaykhutdinov K.A., Petrov M.I. Magnetic field dependence of intergrain pinning potential in bulk granular composites YBCO + CuO demonstrating large magneto-resistive effect // *J. Supercond. Nov. Magn.* – 2008 – V. 21, p. 243-247.
17. Balaev D.A., Dubrovskiy A.A., Shaykhutdinov K.A., Popkov S.I., Petrov M.I. Peculiarities of the time evolution of magnetoresistance of granular HTSC in a constant applied magnetic field // *Solid State Communications* – 2008 – V. 147, p. 284-287.
18. Berggren K.-F., Maksimov D.N., Sadreev A.F., Höhmann R., Kuhl U., and Stöckmann H.-J., Quantum stress in chaotic billiards // *Phys. Rev. E* 77, 066209-11 (2008).
19. Bulgakov E.N. and Sadreev A.F., Bound states in the continuum in photonic waveguides inspired by defects // *Phys. Rev. B* 78, 075105-8
20. Chernozatonskii L.A., Sorokin P.B. Electronic superlattices and waveguides based on graphene: structures, properties and applications // *Physica Status Solidi B.* – 2008. – V.245, №10. – P. 2086-2089.
21. Churilov G.N. Synthesis of fullerenes and other nanomaterials in arc discharge // *Fullerene, nanotubes, and carbon nanostructures.* – 2008.-V.16.- N5-6- pp. 395-403.
22. Churilov G.N., Petrakovskaya E.A., Bulina N.V., Martinez Y.S., Marachevsky A.V. Investigations of nanomaterials synthesized in carbon-helium plasma at atmospheric pressure.// *Journal of Materials Processing Tech.* – 2007. – V. 181. – pp.64-65.
23. Ding Y., Haskel D., Ovchinnikov S.G., Tseng Y.-Ch., Orlov Yu.S., Mao N-K. A Novel Magnetic Transition in Magnetite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> between 12-16 GPa // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – V. 100, p. 045508.
24. Donkov A., Korshunov M.M., Eremin I., Lemmens P., Gnezdilov V., Chou F.C., Lin C.T., Electron-phonon interaction in the lamellar cobaltate Na<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub> // *Phys. Rev. B.* – 2008. – V. 77, p. 100504(R).
25. Edelman I., Ovchinnikov S., Markov V., Kosyrev N., Seredkin V., Khudjakov A., Bondarenko G., Kesler V., Room-temperature ferromagnetism in Dy films doped with Ni // *Physica B* – 2008. – V. 403, pp. 3295–3301.

26. Edelman I.S., Ivanova O.S., Polyakova K.P., Polyakov V.V., Bayukov O.A. Evolution of the structure and magneto-optical properties of  $\text{Mn}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$  films prepared by solid-state reactions. // *Phys. Sol. State.* – 2008. – V.50. – №12. – pp. 2289-2294.
27. Fedorov A.S., Sorokin P.B., Kuzubov A.A., Ab initio study of hydrogen chemical adsorption on platinum surface/carbon nanotube join system // *Phys. Stat. Sol. (b)* – 2008. – V. 245, No. 8, pp. 1546–1551.
28. Gavriluk A.G., Struzhkin V.V., Lyubutin I.S., Ovchinnikov S.G., Hu M.Y., Chow P. Another mechanism for the insulator-metal transition in  $\text{BiFeO}_3$  // *Phys. Rev.* – 2008. – V. 71, p. 155112.
29. Gokhfeld D.M., Balaev D.A., Shaykhutdinov K.A., Popkov S.I., Petrov M.I. Current–voltage characteristics of break junctions of high-Tc superconductors // *Physica C.* – 2007. – V. 467. – pp. 80-84.
30. Gorev M.V., Bondarev V.S., Aleksandrov K.S. Heat capacity study of PMN near field-induced phase transition // *Ferroelectrics.* – 2007. – V. 360. – pp. 37-43.
31. Gudim I.A., Pankrats A.I., Durnaykin E.I., Petrakovskii G.A., Bezmaternykh L.N., Szymczak R., Baran M., Single-crystal growth of trigonal  $\text{DyFe}_3(\text{BO}_3)_4$  and study of magnetic properties // *Crystallography Reports.* – 2008. – v. 53. – No. 7. – pp. 1140–1143.
32. Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Gerasimov V.P., Arkhipkin V.G., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F., Vetrov S.Ya., Kamaev G.N., Shabanov A.V. Temperature and angular dependences of transmission spectra of photonic crystal with LC defect // *Известия вузов: Физика*, – 2008. – Т.51, – №10/2, – С.68-73.
33. Iskhakov R.S., Denisova E.A., Kuzovnikova L.A., Komogortsev S.V., Balaev A.D., Bondarenko G.N. Structure and magnetic features of nanostructured Co-Cu alloys synthesized by new modification of mechanochemical synthesis // *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials.* – 2008.- V.10, №5.- pp. 1043-1047.
34. Ivanenko A.A., Shabanov V.F., Sysoev A.M., Shestakov N.P. Interference sensitive selective photodetector // *Известия вузов. Физика.* – 2008. – Т. 51, № 10/2. – С. 32-39.
35. Ivanenko A.A., Shabanov V.F., Sysoev A.M., Shestakov N.P. Interference Sensitive Selective Photodetector // *Proceedings of SPIE.* – 2008. – V. 7009. – 70091K. – 8 p.
36. Klauss H.-H., Luetkens H., Klingeler R., Hess C., Litterst F.J., Kraken M., Korshunov M. M., Eremin I., Drechsler S.-L., Khasanov R., Amato A., Hamann-Borroo J., Leps N., Kondrat A., Behr G., Werner J., Buchner B., Commensurate Spin Density Wave in  $\text{LaOFeAs}$ : A Local Probe Study // *Phys. Rev. Lett.* – 2008. – V. 101. – p. 077005.
37. Klein O., de Loubens G., Naletov V. V., Boust F., Guillet T., Hurdequint H., Leksikov A., Slavin A. N., Tiberkevich V. S., and Vukadinovic N.. Ferromagnetic resonance force spectroscopy of individual submicron-size samples // *Phys. Rev. B* – 2008. – V. 78. – No.14. pp. 144410-144426.
38. Kliava J., Edelman I., Ivanova O., Ivantsov R., Bayukov O., Petrakovskaja E., Zaikovskiy V., Bruckental I., Yeshurun Y., and Stepanov S., Formation and evolution of magnetic nanoparticles in borate glass simultaneously doped with Fe and Mn oxides // *J. Appl. Phys.* – 2008. – V. 104, pp. 1-12.
39. Kolovsky A.R., Atomic current in optical lattices: Reexamination of the Esaki-Tsu equation // *Phys. Rev. A* 77, pp. 063604-5 (2008).
40. Kolovsky A.R., Interplay between Anderson and Stark Localization in 2D Lattices // *Phys. Rev. Lett.* 101, pp. 190602-4 (2008).
41. Korshunov M.M. and Eremin I., Dynamical magnetic susceptibility in the lamellar cobaltate superconductor  $\text{Na}_x\text{CoO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$  // *Phys. Rev. B* – 2008. – V. 77, p. 064510.

42. Korshunov M.M. and Eremin I., Doping evolution of itinerant magnetic excitations in Fe-based oxypnictides // *Europhys. Lett.* – 2008.- V. 83. – p. 67003.
43. Korshunov M.M. and Eremin I., Theory of magnetic excitations in iron-based layered superconductors // *Phys. Rev. B* - 2008. – V. 78. – p. 140509(R).
44. Maksimov D.N. and Sadreev A.F., Statistics of nodal points of in-plane random waves in elastic media // *Phys. Rev. E* 77, pp. 056204-7 (2008).
45. Malakhovskii A.V., Edelman I.S., Sokolov A.E., Temerov V.L., Gnatchenko S.L., Kachur I.S., Piryatinskaya V.G. Low temperature absorption spectra of Tm<sup>3+</sup> ion in TmAl<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> crystal // *J. Alloys Comp.* – 2008. – V. 459, pp. 87-94.
46. Minkov V.S., Krylov A.S., Boldyreva E.V., Goryainov S.V., Bizyaev S.N., Vtyurin A.N. Pressure-induced phase transitions in crystalline L- and DL-cysteine // *Journal of Phys. Chem. B.* – 2008. – V. 112, No 30. – pp. 8851-8854.
47. Myagkov V.G., Bykova L.E., Zharkov S.M., Bondarenko G.N. Formation of NiAl Shape Memory Alloy Thin Films by a Solid-State Reaction // *Solid State Phenomena*, - 2008. - V. 138. - pp. 377-384.
48. Nesterov A.I., Ovchinnikov S.G. Geometric phases and quantum phase transitions in open systems // *Phys. Rev. E* – 2008. – V. 78, p. 015202.
49. Parker D., Dolgov O.V., Korshunov M.M., Golubov A.A., and Mazin I.I., "Extended s± scenario for the nuclear spin-lattice relaxation rate in superconducting pnictides" // *Phys. Rev. B* - 2008. – V. 78. – p. 134524.
50. Petrov M.I., Belozeroва I.L., Shaykhutdinov K.A. , Balaev D.A., Dubrovskii A.A., Popkov S.I., Vasil'ev A.D., and Mart'yanov O.N. Preparation, microstructure, magnetic and transport properties of bulk textured Bi<sub>1.8</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>1.9</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> and Bi<sub>1.8</sub>Pb<sub>0.3</sub>Sr<sub>1.9</sub>Ca<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> + Ag ceramics // *Supercond. Sci. Technol.* – 2008 - V. 21, p. 105019.
51. Petrov M.I., Gokhfeld Yu.S., Balaev D.A., Popkov S.I., Dubrovskiy A.A., Gokhfeld D.M., Shaykhutdinov K.A. Pinning enhancement by heterovalent substitution in Y<sub>1-x</sub>RE<sub>x</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> // *Supercond. Sci. Technol.* – 2008. – V. 21. - p. 085015.
52. Popova E.A., Tristan N., Vasiliev A.N., Temerov V.L., Bezmaternykh L.N., Leps N., Buchner B. and Klinger R. Magnetization and specific heat of DyFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> single crystal. // *The European Physical Journal B – Condensed Matter and Complex Systems.* – 2008. – V. 62. – pp. 123-128.
53. Prishchepa O.O., Parshin A.M., Shabanov A.V., Zyryanov V.Ya. Magneto-optical study of Fredericksz threshold in polymer dispersed nematic liquid crystals // *Mol.Cryst.Liq.Cryst.* – 2008. - Vol. 488. - pp. 309-316.
54. Prishchepa O.O., Zyryanov V.Ya., Gardymova A.P., Shabanov V.F. Optical textures and orientational structures of nematic and cholesteric droplets with heterogeneous boundary conditions // *Mol.Cryst.Liq.Cryst.* – 2008. - Vol. 489. - pp. 84/[410]-93[419].
55. Prishchepa O.O., Parshin A.M., Shabanov A.V. and Zyryanov V.Ya. // Magneto-optical study of Fredericksz threshold in polymer dispersed nematic liquid crystals // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* (2008) V. 488, pp. 309-316.
56. Ritter C., Vorotynov A., Pankrats A., Petrakovskii G., Temerov V., Gudim I. and Szymczak R. Magnetic structure in iron borates RFe (BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (R = Y, Ho): a neutron diffraction and magnetization study. // *J. Phys.:Condens.Matter.* - 2008. – V.20. – pp. 365209-365218.
57. Sadreev A. F. and Babushkina T. V., Two-Electron Bound States in a Continuum in Quantum Dots // *Письма в ЖЭТФ*, 2008, 88, pp. 360-365.
58. Slabko V.V., Khachatryan G.G., Aleksandrovsky A.S. Controlling of the self-organized aggregation and localization of small metal particles by the light // *Известия вузов: Физика*, - 2008. – Т.51. -

59. Smirnov S.I., Komogortsev S.V. Magnetization curves of randomly oriented ferromagnetic singledomain nanoparticles with combined symmetry of magnetic anisotropy // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2008. – V. 320 , pp.1123–1127.
60. Song Y.Y., Kim D.H., Yu S.C., Kim P.D., Turpanov I.A., Lee L.A., Buzmakov A.E., Lee K.W. // Observation of non-monotonic oscillatory interlayer coupling in Co/Cu/CoO films // J. Appl. Phys.- 2008.-V.105.-P.07C1121-07C1123.
61. Sorokin P.B., Avramov P.V., Chernozatonskii L.A., Fedorov D.G., Ovchinnikov S.G., Morokuma K., A Typical Quantum Confinement Effect in Silicon Nanowires // J. Physical Chemistry A – 2008. – V. 112, pp. 9955-9964.
62. Sorokin P.B., Avramov P.V., Kvashnin A.G., Kvashnin D.G., Ovchinnikov S.G., Fedorov A.S., Density functional study of <110>-oriented thin silicon nanowires // Physical Review B – 2008. – V. 77, p. 235417.
63. Temerov V.L., Sokolov A.E., Sukhachev A.L., Bovina A.F., Edel'man I.S. and Malakhovskii A.V. Optical properties of trigonal single crystals (Yb, Tm)Al<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> grown from fluxes based on the Bismuth and lithium molybdates // Crystallography Reports. – 2008. – V.53. – p.1157.
64. Varnakov S.N., Komogortsev S.V., Ovchinnikov S.G., Bartolomé J., Sesé J. Magnetic properties and nonmagnetic phases formation in nanostructured films (Fe/Si)<sub>n</sub> // J. Appl. Phys. 104, 2008, p. 094703.
65. Volkov N.V., Eremin E.V., Shaykhutdinov K.A., Tsikalov V.S., Petrov M.I., Balaev D.A., Semenov S.V. The magnetic-field-driven effect of microwave detection in a manganite granular system.// J. Phys. D: Appl. Phys. – 2008. – V. 41. – p. 015004.
66. Volkov N.V., Sablina K.A., Bayukov O.A., Eremin E.V., Petrakovskii G.A., Velikanov D.A., Balaev A.D., Bovina A.F., Boni P., Clementyev E. Magnetic properties of the mixed-valence manganese oxide Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub>. // J. Phys.: Condens. Matter. – 2008. – V.20. – p. 055217.
67. Volkov N.V., Sablina K.A., Eremin E.V., Boni P., Shah V.R. Flerov I.N., Kartashev A.V., Rasch J.C.E., Boehm M., Schefer J. Heat capacity of a mixed-valence manganese oxide Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub> // J. Phys. B: Condensed Matter. – 2008. – V. 20. – p. 445214.
68. Vtyurin A.N., Krylov A.N., Gerasimova J.V., Fokina V.D., Kocharova A.G., Laptash N.M., Voyt E.I., Surovtsev N.V. Raman scattering study of ordering and phase transitions in A<sub>2</sub>BWO<sub>3</sub>F<sub>3</sub> oxyfluorides crystals // Journal of Physics: Conference Series. – 2007. – V. 92. – p. 012158.
69. Yablonskaya Yu. E., Aleksandrova I.P., Sukhovskiy A.A., Ivanov Yu. N. Local polar order in the ferroelectric – relaxor Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> as studied by <sup>23</sup>Na NMR // Functional Materials. – 2008. – V.15. – p.46.
70. Zaitsev A.I., Aleksandrovsky A.S., Vasiliev A.D., Zamkov A.V. Domain structure in strontium tetraborate single crystal // Journal of Crystal Growth. – 2008. – V. 310 – №1. – pp. 1-4.
71. Zamkova N.G., Zinenko V.I. Lattice dynamics and ferroelectric phase transitions in solid solutions PST and PSN // Journal of Physics: Conference Series. – 2007. – V. 92. – p. 012162.
72. Zhandun V.S., Zinenko V.I. Lattice dynamics of BaTiO<sub>3</sub> thin film in a model of polarizable ions // Ferroelectrics. – 2007. – V. 359. – pp. 21-27.
73. Zobov V.E., Shauro V.P. Selective control of states of a three-level quadrupolar nucleus using non-selective radio-frequency pulses // Proceedings of SPIE. - 2008. - Vol.7023. – 70230N. - 10 p.
74. Zyryanov V.Ya., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Arkhipkin V.G., Shabanov V.F. Electrooptical switching in a one-dimensional photonic crystal // Mol.Cryst.Liq.Cryst. – 2008. - Vol. 488. - pp. 118-126.

75. Zyryanov V.Ya., Krakhalev M.N., Prishchepa O.O. Texture transformation in nematic droplets caused by ionic modification of boundary conditions // *Mol.Cryst.Liq.Cryst.* – 2008. – Vol. 489. – pp. 273/[599]-279[605].
76. Абрамова Г.М., Волков Н.В., Петраковский Г.А., Мита Е., Баюков О.А., Великанов Д.А., Воротынов А.М., Соколов В.В., Бовина А.Ф. Переходы металл-диэлектрик в кристаллах  $\text{FeMn}_{1-x}\text{S}$  // *Письма в ЖЭТФ.* – 2007. – Т. 86. – Вып. 6. – С. 427-431.
77. Абрамова Г.М., Петраковский Г.А., Баюков О.А., Варнек В.А., Соколов В.В., Бовина А.Ф. Мессбауэровские исследования монокристаллов  $\text{FeMn}_{1-x}\text{S}$  // *ФТТ.* – 2008. – Т. 50. – Вып. 2. – С. 229-232.
78. Абрамова Г.М., Петраковский Г.А., Боем М., Воротынов А.М., Карташев А.В., Великанов Д.А., Соколов В.В., Пичугин А.Ю. Магнитные, резонансные и тепловые свойства кристаллов  $\text{Fe}_{0.27}\text{Mn}_{0.73}\text{S}$  // *ФТТ.* – 2008. – Т. 51. – Вып. 2. – С. 302.
79. Аверьянов Е.М. Нелинейная связь средней поляризуемости молекул  $\gamma$  с анизотропией локального поля в жидком кристалле и смена парадигмы « $\gamma = \text{const}$ » // *Письма в ЖЭТФ.* – 2008. – Т. 87, Вып. 5. – С. 306-309.
80. Аверьянов Е.М. Температурное поведение показателей преломления квазинематического слоя холестерика и дискоидного нематика // *Жидкие кристаллы и их практ. использ.* – 2008. – Вып. 1. – С. 5-13.
81. Александрова И.П., Суховский А.А., Иванов Ю.Н., Яблонская Ю.Е., Вахрушев С.Б. Исследование локального порядка в структуре  $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$  (NBT) методом ЯМР  $^{23}\text{Na}$  в слабом магнитном поле // *ФТТ.* – 2008. – Т. 50. – Вып. 3. – С. 479-484.
82. Антохина Т.Ф., Флёров И.Н., Савченко Н.Н., Кайдалова Т.А., Меркулов Е.Б., Игнатьева Л.Н., Фокина В.Д. Термическое поведение аммонийсодержащих фторокомплексов титана и гармония состава  $(\text{NH}_4)_4\text{Li}_2(\text{AF}_6)$  и  $\text{NH}_4\text{NaAF}_6$  ( $\text{A} = \text{Ge}, \text{Ti}$ ) // *ЖНХ.* – 2008. – Т. 53. – №4. – С. 639-643.
83. Аплеснин С.С., Рябинкина Л.И., Романова О.Б., Великанов Д.А., Балаев А.Д., Балаев Д.А., Янушкевич К.И., Галяс А.И., Демиденко О.Ф., Бандурина О. Н. Транспортные свойства и ферромагнетизм сульфидов  $\text{CoMn}_{1-x}\text{S}$  // *ЖЭТФ.* – 2008, – Т. 133, – В.4, – С. 875-883.
84. Архипкин В.Г., Гуняков В.А., Мысливец С.А., Герасимов В.П., Зырянов В.Я., Ветров С.Я., Шабанов В.Ф. Одномерные фотонные кристаллы с планарно-ориентированным слоем нематика: температурные и угловые зависимости спектров дефектных мод // *ЖЭТФ.* – 2008. – Т. 133, Вып. 2. – С. 447-459.
85. Балаев Д.А., Дубровский А.А., Попков С.И., Шайхутдинов К.А., Петров М.И. Механизм релаксации остаточного электросопротивления гранулярных ВТСП после воздействия магнитного поля на примере композитов  $\text{Y-B-C-O} + \text{CuO}$  // *ФТТ* – 2008 – Т. 50, № 6, С. 972-979.
86. Бардашов Д.С., Лосев Д.В., Якубов В.П. Метод итерированных ядер в задаче о переходном слое Эпштейна // *Известия вузов. Физика.* 2008, №9/2, С. 19-20.
87. Безносиков Б.В., Александров К.С. Кристаллохимия и прогноз соединений типа браунмиллерита // *Перспективные материалы.* – 2008. – № 1. – С. 1–5.
88. Безносиков Б.В., Александров К.С. Прогноз соединений, родственных  $\text{InFeZn}_2\text{O}_5$  // *Журнал структурной химии.* – 2008. – Т. 49. – № 1. – С. 47–51.
89. Белоусов О.В., Салтыков Ю.В., Дорохова Л.И., Соловьев Л.А., Жарков С.М. Зависимость потенциала электрода  $\text{PdCl}_4^{2-}/\text{Pd}^0$  от дисперсности металлического палладия // *Журнал физической химии.* – 2008. – Т.82, – № 4, – С. 749-753.
90. Беляев Б.А., Бальва Я.Ф., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Сухин Ф.Г. Полуволновой полосковый резонатор и фильтр на его основе // *Известия вузов. Физика.* – 2008. Т. – 51. – №

91. Беляев Б.А., Изотов А.В., Кипарисов С.Я., Скоморохов Г.В. Синтез и исследование магнитных характеристик нанокристаллических пленок кобальта // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 4. – С. 650-656.
92. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Шабанов В.Ф. Управляемый сверхвысокочастотный жидкокристаллический фазовращатель // Письма в ЖТФ. – 2008. – Т. 34, Вып. 11. – С. 19-28.
93. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Шабанов В.Ф. Физические основы создания электрически управляемых микрополосковых устройства // Известия вузов. Физика. – 2008. – Т. 51, № 9. – С. 36-45.
94. Беляев Б.А., Сержантов А.М., Бальва Я.Ф. Исследование коэффициентов связи сонаправленных резонаторов в полосковых фильтрах на подвешенной подложке. // РТЭ. – 2008. – Т. 53. – № 4. – С. 432-440.
95. Беляев Б.А., Ходенков С.А., Шабанов В.Ф. Исследование полосно-пропускающих фильтров на одномерных диэлектрических фотонных кристаллах // Известия вузов. Физика. – 2008. – Т. 51, № 9/2. – С. 150-153.
96. Бобров П.П., Кривальцевич С.В., Яценко А.С. Радиояркие характеристики почв, загрязненных нефтепродуктами // Исследование Земли из космоса. 2008, № 5, С.3-83.
97. Бобров П.П., Миронов В.Л., Ивченко О.А., Красноухова В.Н. Спектроскопическая модель диэлектрической проницаемости почв, использующая стандартизованные агрофизические показатели // Исследование Земли из космоса. 2008, №1, С.15-23.
98. Болсуновская О.А., Попов М.А., Петраковский Г.А. О магнитной фазовой диаграмме метабората меди // ФТТ. – 2008. – Т.50, – В.5, – С. 871-873.
99. Вальков В.В., Головня А.А. Влияние спиновых флуктуаций на сверхпроводящую фазу фермионов Хаббарда  $t-t'-t''-J^*$  - модели // ЖЭТФ, – 2008, – Т.134, – Вып. 6, – С. 1167-1180.
100. Вальков В.В., Дзедзисашвили Д.М. Спин-флуктуационная ренормировка критической температуры сверхпроводящей s-фазы редкоземельных интерметаллидов // ЖЭТФ, – 2008, – Т.134, – Вып. 4, – С. 791-805.
101. Вальков В.В., Дзедзисашвили Д.М. Эффективные взаимодействия в периодической модели Андерсона в режиме смешанной валентности при сильных корреляциях // ТМФ, – 2008, – Т.157, – Вып.2, – С. 236-250.
102. Вальков В.В., Коровушкин М.М. Влияние сильных межузельных корреляций на смешивание зонных и локализованных состояний периодической модели Андерсона // Письма в ЖЭТФ, – 2008, – Т.87, – Вып. 4, – С. 234-239.
103. Вальков В.В., Коровушкин М.М. Эффективный гамильтониан для медных оксидов // Известия РАН. Серия физическая, – 2008, – Т.72, – Вып. 8, – С. 1149-1151.
104. Вальков В.В., Коровушкин М.М., Барабанов А.Ф. Эффективные взаимодействия и природа куперовской неустойчивости спиновых поляронов на 2D решетке Кондо // Письма в ЖЭТФ. – 2008, – Т.88, – Вып. 6, – С. 426-430.
105. Варнаков С.Н., Комогорцев С.В., Bartolomé J., Sesé J., Овчинников С.Г., Паршин А.С., Косырев Н.Н. Изменение намагниченности мультислойных наноструктур Fe/Si в процессе синтеза и постростового нагрева // ФММ.- 2008, – Т. 106, – № 1, – С. 54–58.
106. Великанов Д.А., Юркин Г.Ю., Патрин Г.С. Стабилизация параметров механических колебаний образца в вибрационном магнетометре. // Научное приборостроение.- 2008.-Т.18.-№ 3.- С. 97-105.

107. Ветров С.Я., Тимофеев И.В., Шабанов А.В. Анизотропия нелинейного оптического пропускания на краю щели фотонной запрещенной зоны аподизированной слоистой среды // Оптика и спектроскопия. - 2008. - V. 104, № 5. - С. 829-833.
108. Виноградова И.С., Суховский А.А., Иванов Ю.Н., Наслузова О.И., Лундин А.Г. ЯМР высокого разрешения ядер  $^{77}\text{Se}$  в кристаллах пироселенита аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{Se}_2\text{O}_5$  // Журнал физической химии. - 2008. - Т. 82. - С. 456-459.
109. Внукова Н.Г., Лопатин В.А., Булина Н.В., Чурилов Г.Н. Спектральные характеристики дугового разряда атмосферного давления в процессе синтеза фуллереновых производных // Журнал технической физики. - 2008. - Т. 78- Вып.6. - С. 76-78.
110. Втюрин А.Н., Герасимова Ю.В., Крылов А.С., Кочарова А.Г., Суровцев Н.В., Лапаш Н.М., Войт Е.И. Переход порядок-беспорядок и Раман-спектры аммоний-содержащих оксифторидов  $\text{A}_2\text{BWO}_3\text{F}_3$  (A, B = K, Cs,  $\text{NH}_4$ ) // Нано- и микросистемная техника. - 2007. - № 1. - С. 28-32.
111. Гаврилюк А.Г., Казак Н.В., Овчинников С.Г., Любутин И.С. Электронные переходы в монокристалле  $\text{VBO}_3$  при высоких давлениях // Письма в ЖЭТФ, - 2008. - Т. 88, №11. - С. 795-799.
112. Гаврилюк А.П., Исаев И.Л., Карпов С.В., Герасимов В.С. Применение метода броуновской динамики для исследования формирования двойного электрического слоя наночастиц в гидрозолях металлов // Инженерная физика. - 2008. - №4, С. 70.
113. Гаврилюк А.П., Исаев И.Л., Карпов С.В., Герасимов В.С. Электростатические взаимодействия наночастиц с двойным электрическим слоем в золях металлов: исследования методом броуновской динамики // Инженерная физика. - 2008. - №6, С. 50.
114. Гавричков В.А. Овчинников С.Г. Влияние возбужденных двухчастичных состояний на межатомное обменное взаимодействие в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  // ФТТ - 2008. - Т. 50, №6, С. 1037-1041; PSS - 2008. - V. 50, 6, С. 1081-1086.
115. Герасимова Ю.В., Крылов А.С., Втюрин А.Н., Иваненко А.А., Шестаков Н.П., Лапаш Н.М. Колебательные спектры неупорядоченного оксифторида  $(\text{NH}_4)\text{WO}_3\text{F}_3$  // Известия РАН. Серия физическая. - 2008. - Т. 72, № 8. - С. 1211-1214.
116. Герасимова Ю.В., Крылов А.С., Втюрин А.Н., Лапаш Н.М., Горяйнов С.В. Исследование фазового перехода в аммонийном оксифториде  $(\text{NH}_4)_3\text{TiOF}_5$  методом комбинационного рассеяния света // ФТТ. - 2008. - Т. 50, Вып. 8. - С. 1476-1479.
117. Добрецов К.Г., Афонькин В.Ю., Столяр С.В., Ладыгина В.П., Сипкин А.В., Лопатин А.С. Изучение цитотоксичности магнитных железосодержащих наночастиц // Вестник оториноларингологии. - 2008, - № 5, - С. 20-21.
118. Дрокина Т.В., Баюков О.А., Петраковский Г.А., Великанов Д.А., Бовина А.Ф., Степанов Г.Н., Иванов Д.А. Синтез и свойства поликристаллов  $\text{NaFeGe}_2\text{O}_6$  // ФТТ. - 2008. - Т.50. - В.11. - С. 2050-2053.
119. Жандун В.С., Замкова Н.Г., Зиненко В.И. Динамика решетки, сегнетоэлектрическая и антисегнетоэлектрическая нестабильность и сегнетоэлектрический фазовый переход в неупорядоченных твердых растворах  $\text{PbB}'_1/2\text{B}''_1/2\text{O}_3$  ( $\text{B}' = \text{Ga, In, Lu}$ ;  $\text{B}'' = \text{Nb, Ta}$ ) // ЖЭТФ. - 2008. - №133. - С. 1266.
120. Жигалов В.С., Мягков В.Г., Соловьев Л.А., Бондаренко Г.Н., Быкова Л.Е. Твердофазный синтез эпитаксиальных  $\text{Co}_5\text{Sm}(110)/\text{MgO}(001)$  нанопленок: структурные и магнитные свойства // Письма в ЖЭТФ, - 2008, - Т. 88, - Вып. 6, - С. 445-449.
121. Замкова Н.Г., Зиненко В.И. Неэмпирический расчет сегнетоэлектрического фазового перехода в неупорядоченных и упорядоченных твердых растворах  $\text{PbSc}_{1/2}\text{Ta}_{1/2}\text{O}_3$  и  $\text{PbSc}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$  с использованием модельного гамильтониана // ЖЭТФ. - 2008. - №133. - С. 622.

122. Звягина Г.А., Жеков К.Р., Безматерных Л.Н., Гудим И.А., Билыч И.В., Звягин А.А. Магнитоупругие эффекты в ферроборате тербия // Физика низких температур. – 2008. – Т.34. – С.1142-1151.
123. Зиненко В.И., Павловский М.С., Динамика решетки BiFeO<sub>3</sub>: нетипичное поведение сегнетоэлектрической неустойчивости под гидростатическим давлением // Письма в ЖЭТФ. – 2008. – №87. – С. 338.
124. Зобов В.Е., Лундин А.А. О втором моменте многоквантового спектра ЯМР твердого тела // Химическая физика. – 2008. – Т. 27. – С.18-25.
125. Зобов В.Е., Шауро В.П., Ермилов А.С., Выполнение квантового алгоритма поиска порядка подстановки на двух кудитах // Письма в ЖЭТФ. – 2008. – Т. 87. – Вып.6. – С. 385-390.
126. Зырянов В.Я., Гуняков В.А., Мысливец С.А., Архипкин В.Г., Шабанов В.Ф. Интерференция поляризованных компонент дефектных мод в мультислойном фотонном кристалле с оптически анизотропным дефектом // Российские нанотехнологии. – 2008. – Т. 3, № 11-12. – С. 118-122.
127. Зырянов В.Я., Гуняков В.А., Мысливец С.А., Архипкин В.Г., Шабанов В.Ф., Камаев Г.Н. Электрооптический эффект интерференционного гашения дефектных мод в многослойных фотонных кристаллах // Доклады БГУИР. – 2008. – №5 (35). – С. 135-137.
128. Зырянов В.Я., Крахалев М.Н., Прищепа О.О., Шабанов А.В. Инверсная мода эффекта ионной модификации поверхностного сцепления в каплях нематика // Письма в ЖЭТФ. – 2008. – Т.88, Вып. 9. – С. 688-692.
129. Иваненко А.А., Шестаков Н.П., Сысоев А.М., Шабанов В.Ф. Интерференционно-чувствительный фотоприемник-коррелометр оптических сигналов // Оптика и спектроскопия. – 2008. – Т. 104, № 4. – С. 687–689.
130. Иванова А.Н., Казак Н.В., Michel C.R., Балаев А.Д., Овчинников С.Г., Васильев А.Д., Булина Н.В., Панченко Е.Б. Влияние допирования стронцием и барием на магнитное состояние и электропроводность GdCoO<sub>3</sub> // ФТТ. – 2007. – Т. 49. – Вып. 8. – С. 1427-1435.
131. Игнатченко В.А., Маньков Ю.И., Цикалов Д.С, Высокочастотная восприимчивость сверхрешетки с двумерными неоднородностями // ЖЭТФ, - 2008, - Т.134, - Вып. 4, -С. 706-715.
132. Изотов А.В, Беляев Б.А. Метод расчета распределения магнитных моментов в дискретной модели ферромагнетика // Известия вузов. Физика. – 2008. Т. – 51. – № 9/2. – С. 180-184.
133. Исхаков Р.С., Середкин В.А., Столяр С.В., Яковчук В.Ю., Фролов Г.И., Бондаренко Г.В., Чеканова Л.А., Поляков В.В. Особенности однонаправленной анизотропии в обменосвязанных пленочных структурах NiFe/DyCo // Письма в ЖТФ.-2008.-Т.34.-В.13.-С.75-81.
134. Кадомцева А.М., Попов Ю.Ф., Воробьев Г.П., Мухин А.А., Иванов В.Ю., Кузьменко А.М., Безматерных Л.Н. Влияние синглетного основного состояния иона Pr<sup>3+</sup> на магнитные и магнитоэлектрические свойства мультиферроика PrFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> // Письма в ЖЭТФ, – 2008, – Т.87. – Вып.1. – С. 45-50.
135. Калинин Д.В., Сердобинцева В.В., Шабанов В.Ф. Механизм укладки монодисперсных сферических частиц кремнезема в фотонно–кристаллическую пленочную структуру из лиофильных суспензий // ДАН. - 2008. - Т. 419, № 5. - С. 609-611.
136. Калинин Д.В., Сердобинцева В.В., Шабанов В.Ф. Послойный ступенчатый механизм роста фотонно–кристаллических опаловых пленок при их выращивании методом подвижного мениска // ДАН. - 2008. - Т.420, №.2. - С. 179-181.
137. Калинин Д.В., Сердобинцева В.В., Шабанов В.Ф. Природа микротрещин в фотонно-кристаллических опаловых пленках, получаемых методом подвижного мениска // ДАН. - 2008. - Т. 420, № 5. - С. 607-609.

138. Калинин Д.В., Сердобинцева В.В., Шабанов В.Ф. Рост монокристаллических пленок опала из лиофильных суспензий монодисперсных сферических частиц кремнезема // ДАН. - 2007. - Т. 416, № 5. - С. 610–615.
139. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов В.С. Фотостимулированная агрегация электростатически стабилизированных гидрозолей металлов // Инженерная физика. – 2008. - №6, С. 53 .
140. Карташев А.В., Флеров И.Н., Волков Н.В., Саблина К.А. Исследование интенсивного магнетокалорического эффекта и теплоемкости  $(\text{La}_{0.4}\text{Eu}_{0.6})_{0.7}\text{Pb}_{0.3}\text{MnO}_3$  методом адиабатического калориметра // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 11. – С. 2027-2031.
141. Квеглис Л.И., Носков Ф.М., Казанцева В.В., Абылкалыкова Р.Б., Рахимова У.А., Мусихин В.А., Зайцев Н.Л., Меньшикова Т.А. Сплавы железо-марганец-углерод с аномальным объемом кристаллической решетки // Известия РАН. Серия Физическая, - 2008. – Т. 72. - № 8. – С.1256-1258.
142. Клещенко В.Н., Комаров С.А., Миронов В.Л. Модельное описание диэлектрической проницаемости засоленных грунтов // Радиотехника и электроника, 2008. Т.53, №5, С. 599-605.
143. Клоков А.В., Якубов В.П. Однопозиционная активная радиолокация леса // Известия вузов. Физика. - Томск: ТГУ, 2008 , 9/2. - С. 39-41. Суханов Д.Я., Коновальчик А.Т., Якубов В.П. Ультразвуковидение // Известия вузов. Физика. 2008, №9/2, С. 82-83.
144. Корец А.Я., Крылов А.С, Миронов Е.В. Молекулярная структурная неоднородность ультрадисперсионного алмазосодержащего материала и причины её возникновения // Химическая физика. – 2007. – Т. 26, Вып. 7. – С. 58-66.
145. Коршунов М.А. Спектры колебаний решетки нанокристаллических пленок паразамещенных бензола // Журнал прикладной спектроскопии. – 2008. - Т. 75, № 6. - С. 838-842.
146. Коршунов М.М., Овчинников С.Г., Захарова Е.В. Температурная зависимость спин-поляронных внутрищелевых состояний в недопированных антиферромагнитных купратах // ФТТ – 2008. – Т. 50, №8, С. 1349-1354; PSS – 2008. – V. 50, pp. 1349-1354.
147. Косырев Н.Н., Овчинников С.Г. Ферромагнетизм при комнатной температуре в двухслойной структуре  $\text{Dy}_{1-x}\text{Ni}_x/\text{Ni}$ : магнитнооптические измерения in situ // Письма в ЖЭТФ – 2008. – Т. 88, Вып. 2, С. 152-154.
148. Косырев Н.Н., Овчинников С.Г., Худяков А.Е., Г.В. Бондаренко Исследование In situ ферромагнетизма при комнатной температуре в магнитных нанослоях // Известия РАН. Серия физическая, 2009, Т. 73, №1, С. 23-25.
149. Крахалев М.Н., Прищепа О.О., Зырянов В.Я., Лойко В.А., Шабанов А.В. Электроуправляемое поверхностное сцепление в КПЖК пленках // Доклады БГУИР. – 2008. – №5 (35). – С. 138-140.
150. Криницын Д.О., Кононова О.Н., Крылов А.С., Мазняк Н.В., Холмогоров А.Г. Ионнообменное извлечение тиоцианатных комплексов золота (I) некоторыми анионитами // Журнал физической химии. – 2008. – Т. 82, № 3. - С. 513-518.
151. Лойко В.А., Машке У., Зырянов В.Я., Конколович А.В., Мискевич А.А. Малоугловое рассеяние света в полимерных пленках с каплями жидкого кристалла // ЖЭТФ. – 2008. – Т. 134, Вып. 4(10). – С. 806-814.
152. Лукин Ю.И., Миронов В.Л., Комаров С.А. Исследование диэлектрических спектров влажной почвы в процессе замораживания-оттаивания // Известия вузов. Физика. 2008, т. 51, №9, С. 24-28.
153. Маковецкий Г.И., Галяс А.И., Демиденко О.Ф., Янушкевич К.И., Рябинкина Л.И., Романова О.Б. Электропроводность и термоЭДС в сульфидах  $\text{CoX}\text{Mn}_{1-x}\text{S}$  // ФТТ. - 2008. - Т.50. - В.10. - С.1754-1756.

154. Малаховский А.В., Соколов А.Э., Темеров В.Л., Безматерных Л.Н., Сухачёв А.Л., Серёдкин В.А., Гнатченко С.Л., Качур И.С., Пирятинская В.Г. Поляризованные спектры поглощения и спектроскопические параметры  $Tm^{3+}$  в монокристалле  $TmAl_3(VO_3)_4$  // ФТТ – 2008. – Т. 50, С. 1237-1242.
155. Мельникова С.В., Лапташ Н.М. Фазовые переходы в ромбическом оксофториде  $(NH_4)_2MoO_2F_4$  // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 3. – С. 493-496.
156. Мисюль С.В., Мельникова С.В., Бовина А.Ф., Лапташ Н.М. Оптические и рентгеновские исследования симметрии искаженных фаз кристалла  $(NH_4)_3ZrF_7$  // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 10. – С. 1871-1876.
157. Музалевский К.В., Эпов М.И., Миронов В.Л., Комаров С.А. Возможности применения широкополосных электромагнитных импульсных сигналов для геонавигации в слоистой среде нефтегазового коллектора // Известия вузов. Физика. 2008, т. 51, №9/2, С. 50-55.
158. Мягков В.Г., Быкова Л.Е., Бондаренко Г.Н., Жигалов В.С. Твёрдофазный синтез твёрдых растворов в  $Cu/Ni(001)$  эпитаксиальных наноплёнках // Письма в ЖЭТФ, - 2008, - Т. 88, Вып.8, - С. 591-595.
159. Назаров В.Г., Паршин А.М. Равновесные структуры в каплях нематика, капсулированных полимером по растворной технологии в магнитном поле // Жидкие кристаллы и их практическое использование. (2007) № 3 С. 92-99.
160. Овчинников С.Г. Влияние спиновых кроссоверов на переход Мотта-Хаббарда при высоких давлениях // ЖЭТФ – 2008. – Т. 134, №1, С.172-178.
161. Овчинников С.Г. Особенности электронной структуры и оптических спектров наночастиц мотовских диэлектриков // Известия РАН: серия физическая, – 2008. – Т. 72, №2, С. 173-175.
162. Окотруб А.В., Булушева Л.Г., Кудашов А.Г., Белавин В.В., Комогорцев С.В. Массивы углеродных нанотруб, ориентированных перпендикулярно подложке: анизотропия структуры и свойств // Российские нанотехнологии, - 2008, - Т.3 , №3–4, - С. 28-37.
163. Панкрац А.И., Петраковский Г.А., Безматерных Л.Н., Темеров В.Л.. Антиферромагнитный резонанс и магнитная анизотропия в монокристаллах системы  $YFe_3(VO_3)_4 - GdFe_3(VO_3)_4$  // ФТТ. – 2008. - Т. 50. - В.1. – С. 77-81.
164. Паршин А.М., Гуняков В.А., Зырянов В.Я., Шабанов В.Ф. Формирование полимерного ориентирующего покрытия в жидкокристаллических ячейках с использованием магнитного поля // Письма в ЖТФ. – 2008. – Т. 34, Вып. 13. – С. 62-68.
165. Паршин А.С., Александрова Г.А., Долбак А.Е., Пчеляков О.П., Ольшанецкий Б.З., Овчинников С.Г., Кущенко С.А. Спектроскопия характеристических потерь энергии отраженных электронов в тонких пленках системы  $Fe_xSi_{1-x}$  // Письма ЖТФ – 2008. – Т. 34, Вып. 9, С. 41-48.
166. Патрин Г.С., Полякова К.П., Патрушева Т.Н., Великанов Д.А., Балаев Д.А., Патрин К.Г., Клабуков А.А. Плёнки манганита  $Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ , полученные экстракционно-пиролитическим методом. // Известия РАН. Сер.Физ. – 2008. – Т.72. – В.8. – С. 1204–1206.
167. Репин А.В., Бобров П.П., Миронов В.Л., Терентьев С.А. Зависимость диэлектрической проницаемости водно-песчаных смесей от размеров твердых частиц, частоты и температуры // Известия вузов. Физика, т. 51, №9/2, 2008, С. 120-123.
168. Рябинкина Л.И., Романова О.Б., Аплеснин С.С. Сульфидные соединения  $MeXMn_1-XS$  ( $Me = Cr, Fe, V, Co$ ): технология, транспортные свойства и магнитное упорядочение // Известия РАН. Сер. физ. – 2008. – Т. 72. – В. 8. - С.1115-1117.
169. Сержантов А.М. Дрокин Н.А. Измерения диэлектрической проницаемости материалов методом связанных микрополосковых резонаторов // Известия вузов. Физика. – 2008. Т. – 51. – № 9/2. – С. 211-213.

170. Темеров В.Л., Соколов А.Э., Сухачев А.Л., Бовина А.Ф., Эдельман И.С., Малаховский А.В., Оптические свойства тригональных монокристаллов  $(Yb,Tm)Al_3(BO_3)_4$ , выращиваемых из раствор-расплавов на основе молибдатов висмута и лития // Кристаллография. – 2008. – Suppl. I. Crystallography report 53 (7), 2008, pp.1157-1162.
171. Томилин Ф.Н., Антипина Л.Ю., Высоцкий Е.С., Овчинников С.Г., Гительзон И.И. Флуоресценция кальций-разряженного обелина: структура и молекулярный механизм формирования эмиттера // ДАН: биохимия, биофизика и молекулярная биология – 2008. – Т. 422, №3, С. 1-6.
172. Тюрнев В.В. Прямой вывод и уточнение обобщенных формул Кона-Маттея для коэффициентов связи резонаторов в фильтре сверхвысоких частот // РТЭ. – 2008. – Т. 53. – № 5. – С. 584-587.
173. Тюрнев В.В. Расчет связанных микрополосковых линий на слоистой подложке, содержащей металлическую ферромагнитную пленку // РТЭ. – 2008. – Т. 53. – № 8. – С. 858-866.
174. Фёдоров А.С., Сержантова М.В, Кузубов А.А., Исследование адсорбции водорода внутри и на поверхности магниевых наночастиц // ЖЭТФ, – 2008. – Т. 134, Вып. 1(7), С. 1-8.
175. Флёрв И.Н., Михалева Е.А. Электрокалорический эффект и аномальная проводимость сегнетоэлектрика  $NH_4HSO_4$  // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 3. – С. 461-466.
176. Флёрв И.Н., Фокина В.Д., Бовина А.Ф., Богданов Е.В., Молокеев М.С., Кочарова А.Г., Погорельцев Е.И., Латпаш Н.М. Механизм и природа фазовых переходов в оксифториде  $(NH_4)_3MoO_3F_3$  // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – Вып. 3. – С. 497-506.
177. Фокина В.Д., Флёрв И.Н., Молокеев М.С., Погорельцев Е.И., Богданов Е.В., Крылов А.С., Бовина А.Ф., Воронов В.Н., Лапаш Н.М. Теплоемкость, фазовая Т-р диаграмма и структура  $Rb_2KTiOF_5$  // ФТТ. – 2008. – Т. 50. - Вып. 11. - С. 2084-2092.
178. Фомин С.В., Миронов В.Л., Косолапова Л.Г. Тестирование в микроволновом диапазоне спектроскопической диэлектрической модели влажных почв, использующей в качестве входных параметров содержание глинистой фракции и влажность // Известия вузов. Физика, 2008, т. 51, №9/2, С. 93-97.
179. Фролов Г.И., Бачина О.И. Магнитные свойства наночастиц 3d-металлов // ЖТФ, - 2008,- Т.78, - №. 8, - С. 101-108.
180. Чернозатонский Л.А., Сорокин П.Б., Якобсон Б.И. Новые баррелерены и тубулены из бора // Письма в ЖЭТФ. – 2008. – Т.87, №9. – С. 575-579.
181. Шабанов В., Шестаков Н., Иваненко А., Сысоев А. Интерференционно-чувствительный фотоприемник // Фотоника. - 2007. - № 6. – С. 32-34.
182. Эдельман И.С., Воротынова О.В., Середкин В.А., Заблуда В.Н., Иванцов Р.Д., Гатиятова Ю.И., Валеев В.Ф., Хайбуллин Р.И., Степанов А.Л., Магнитные и магнитооптические свойства ионно-синтезированных наночастиц кобальта в оксиде кремния // ФТТ – 2008. – Т. 50, № 11, С. 2002-2008.
183. Эдельман И.С., Жигалов В.С., Иванцов Р.Д., Середкин В.А., Жарков С.М., Прокофьев Д.Е., Фролов Г.И., Бондаренко Г.Н. Наногранулированные пленки Co-Sm-O: структура, магнитные и магнитооптические свойства// ФТТ, - 2008, - Т.50, - Вып.11, - С.2021-2026.
184. Эдельман И.С., Иванова О.С., Заблуда В.Н., Иванцов Р.Д., Бондаренко Г.В., Зайковский В.И., Степанов С.А., Формирование магнитных нанокристаллов в GE-стеклах, допированных Fe и Dy // Российские нанотехнологии – 2008. – Т. 3, № 11-12, С. 722-728.
185. Эдельман И.С., Иванова О.С., Поляков В.В., Полякова К.П., Баюков О.А. Эволюция структуры и магнитооптические свойства пленок  $MnxFe_3-xO_4$ , полученных методом твердотельных реакций. // ФТТ.- 2008.-Т.50.-В.12.-С.2181-2186.
186. Эдельман И.С., Патрин Г.С., Великанов Д.А., Черниченко А.В., Турпанов И.А., Бондаренко Г.В.

Влияние границы раздела на магнитные свойства двухслойных Ni-Ge пленок // Письма в ЖЭТФ – 2008. – Т. 87, Вып. 5, С. 311-314.

187. Эпов М.И., Якубова О.В., Тельпуховский Е.Д., Миронов В.Л., Якубов В.П. Метод сверхширокополосного радиоволнового каротажа горизонтальных скважин // Известия вузов. Физика, т. 51, №9, 2008, С. 63-71.
188. Якубов В.П., Склярчик К.Г., Пинчук Р.В., Суханов Д.Я. Радиоволновая томография скрытых объектов для систем безопасности // Известия вузов. Физика. 2008, т. 51, № 10, С. 53-60.
189. Якубова О.В., Тельпуховский Е.Д., Якубов В.П. Спектроскопия взаимодействия сврхширокополосного излучения со средами нефтегазового коллектора // Известия вузов. Физика, 2008, т. 51, №9/2, С. 98-100.
190. Яценко С.А., Бобров П.П., Миронов В.Л. Дистанционный радиометрический метод определения почвенных гидрологических констант // Известия вузов. Физика, т. 51, №9/2, 2008, С. 105-110.

## *Патенты*

1. Абрамова Г.М., Петраковский Г.А, Киселев Н.И., Альмухаметов Р.Ф. Магнитный ванадиевый дисульфид хрома-меди с гигантским магнитосопротивлением // Патент РФ № 2324656. - БИ №14 от 20.05.2008.
2. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Конов М.А., Хахалкин В.Н., Шапотковский Ю.В. Микрополосковое защитное устройство // Патент РФ на полезную модель. – № 70412. БИ № 2. –2008.
3. Бобров П.П., Миронов В.Л., Яценко А.С. Способ определения влажности устойчивого завядания. Патент на изобретение №2331062. Приоритет изобретения 10 октября 2006 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10 августа 2008 г.
4. Великанов Д.А. Электрический дератизатор. // Патент РФ на изобретение № 2335126. - БИ № 28 от 10.10.2008.
5. Иваненко А.А., Шестаков Н.П., Сысоев А.М., Шабанов В.Ф. Квадратурное фотоприемное устройство // Патент РФ № 2335034. - БИ № 27. - 2008.
6. Исаенко Л.И., Мельникова С.В., Меркулов А. А., Пашков В. М., Тарасова А.Ю. Инфракрасная лазерная матрица на основе кристаллов калия и рубидия пентобромплумбита // Патент, приоритет № 2008 107 383 от 26.02.2008, решение от 27.10.2008.
7. Чурилов Г.Н. Источник света для спектрального анализа // Патент РФ № 2326353. - БИ № 16. - 2008.
8. Чурилов Г.Н. Способ синтеза фуллереновой смеси в плазме при атмосферном давлении. // Патент РФ № 2320536 С2. - БИ № 9. - 2008.
9. Петров М.И., Балаев Д.А., Белозерова И.Л., Гохфельд Д.М., Попков С.И., Мартьянов О.Н., Шайхутдинов К.А. Способ получения плотной текстурированной высокотемпературной сверхпроводящей керамики на основе висмута. // Патент РФ № 2339598 С2 – 2008.

## Статьи в международных сборниках

1. Abramova G., Petrakovskiy G., Szymczak R., Sokolov V., Vorotynov A., Velikanov D., Gerasimova Ju., Szymczak H., Bovina A., Kiselev N. Physical properties of Cu-intercalated chromium disulfide // Proceeding of the international INTAS Workshop "New Layered 3d-Materials for Spintronics", March 31 to April 3, 2008, PSI, Switzerland, - pp.12-16.
2. Abramova G., Petrakovskiy G., Volkov N., Boehm M., Mita Y., Vorotynov A., Szymczak R., Zuberek R., Velikanov D., Sokolov V., Kiselev N. 3d-solid solution sulfides –new materials for electronics // 3rd International Conference on Physics of Electronic materials, Kaluga, Russia, October 1-4, 2008, - pp.34-37.
3. Abramova G., Petrakovskiy G., Vtjurin A., Sokolov V., Bajukov O., Vorotynov A., Velikanov D., Gerasimova Ju., Krylov A., Vasiliev V. Magnetic resonance properties and Raman spectra of  $\text{CuM}_X\text{Cr}_{1-X}\text{S}_2$  ( $M=\text{V, Fe}$ ) // Proceedings of the International INTAS Workshop "New Layered 3d-Materials for Spintronics". - Villigen, Switzerland, 2008. - p. 25.
4. Aleksandrovsky A.S., Shakhura I.E., Vyunyshev A.M., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Nonlinear diffraction and random QPM in strontium tetraborate // Proceedings of 4-th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL'2008), Alushta, Crimea, Ukraine, p.398.
5. Antokhina T.F., Gerasimenko A.V., Savchenko N.N., Ignatieva L.N., Flerov I.N. Synthesis and physical properties of new ammonium-containing germanium and titanium fluorocomplexes with heteroatomic cationic sublattice // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine-2008" ISIF-2008, September 01-06, Vladivostok, Russia, p.204.
6. Arkhipkin V.G. One-dimensional photonic crystals with resonance defect // Proceedings of the 9-th Russian-Chinese Symposium on Laser Physics and Laser Technologies, Tomsk, Russia, October 26-31, 2008, p.107.
7. Arkhipkin V.G., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F. Electrically Controllable Optical Switch Based on One-Dimensional Photonic Crystal // Proceedings of 4-th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL 2008), September 29 - October 4, 2008, Alushta, Crimea, Ukraine, 2008, p.186.
8. Arkhipkin V.G., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F. Defect modes in real photonic crystals // Proceedings of 4-th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL 2008), September 29 - October 4, 2008, Alushta, Crimea, Ukraine, 2008, p.183.
9. Arkhipkin V.G., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F. Electrically controllable optical switch based on one-dimensional photonic crystal with liquid crystal as defect layer // Сборник трудов Международного оптического конгресса «Оптика, XXI век», С.-Петербург, 20-24 октября 2008, ИТМО, С.-Петербург, т. 1, С.199.
10. Drokina T., Petrakovskiy G., Bajukov O., Velikanov D. Synthesis and physical properties of  $\text{NaFeGe}_2\text{O}_6$  // PSI Proceedings, October 2008, - p.45.
11. Ekimov A.A., Krylov A.S., Vtyurin A.N., Ivanenko A.A., Shestakov N.P., Goryainov S.V., Kocharova A.G. Vibrational spectroscopy study of phase transition in  $\text{K}_3\text{WO}_3\text{F}_3$ : temperature and high pressure investigations // Proceedings of the third International Workshop on advanced inorganic fluorides ISIF-2008. - Vladivostok, 2008. - p.188.
12. Fedorov A.S., Churilov G.N., Kuzubov A.A., Serjantova M.V. Ab-initio investigation of hydrogen absorption by magnesium nanoparticles // Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Using Carbon Nanomaterials in Clean-Energy Hydrogen Systems, Sudak, Crimea, Ukraine, 22-28 September 2007, p. 603.
13. Fokina V.D., Laptash N.M., Flerov I.N. Oxyfluorides with Elpasolite-Cryolite Structure as Materials of Fundamental and Practical Interests // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine -2008" ISIF-2008, September 01-06, Vladivostok, Russia, p. 29-30.
14. Gavriluk A.P., Isaev I.I., Karpov S.V., Krasnov I.V., Shaparev N.Ya. Brownian dynamics of laser cooling of rarefied electron-ion plasma // IX Russian-Chinese Symposium on Laser Physics and Laser Technologies, Tomsk, Russia, October 26-31, 2008, p.2.
15. Korshunov M.A. Pulsation of nanoparticles // Proceedings of the 9th International conference on nanostructured materials "Nano 2008". - Rio de Janeiro, Brazil, 2008. - p. 170.

16. Krylov A.S., Goryainov S.A., Vtyurin A.N., Voronov V.N., Laptash N.M. Pressure and Temperature dependence of Raman spectra in Rb<sub>2</sub>KTiOF<sub>5</sub> // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine-2008" ISIF - 2008, September 1-6, 2008, Vladivostok, Russia, p.192.
17. Krylov A.S., Vtyurin A.N., Goryainov S.V., Voronov V.N., Laptash N.M. Pressure and temperature dependence of Raman spectra in Rb<sub>2</sub>KTiOF<sub>5</sub> // Proceedings of the third International Workshop on advanced inorganic fluorides ISIF-2008. - Vladivostok, 2008. - p.192.
18. Molokeev M.S., Vasiliev A.D., Voronov V.N., Laptash N.M., Aleksandrov K.S., Flerov I.N., Tressaud A. Crystal structures of room and low temperature phases in Rb<sub>2</sub>KTiOF<sub>5</sub> and Rb<sub>2</sub>KFeF<sub>6</sub> // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine-2008" ISIF - 2008, September 1-6, 2008, Vladivostok, Russia, pp. 69-70.
19. Ovchinnikov S.G., Gavrichkov V.A., Shneyder E.I., Korshunov M.M., Normal and superconducting properties of cuprates in strong electron correlation regime // Третья международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС-08, 13-17 октября, Звенигород, С.10.
20. Parshin A.S., Kushchenkov S.A., Alexandrova G.A. Modelling of inelastic electron scattering cross section in layered nanostructures // Physics of Electronic Materials: 3rd International Conference Proceedings, Kaluga, Russia, October 1-4, 2008. Volume 1 / ed. K.G. Nikiforov.- Kaluga: KSPU Press, 2008.- p.231.
21. Petrakovskiy G., Pankrats A., Velikanov D., Bezmaternikh L., Bajukov O., Drokina T. The Magnetic structure of multiferroics NdFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> and GdFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> // PSI Proceedings, October 2008, - p.44.
22. Philipp M., Kataeva O., Hamann-Borrero J.E., Hess C., Klingeler R., Buchner B., von Zimmermann M., Vasiliev A. and Bezmaternykh L., Magnetic field dependent structural modulations in RFe<sub>3</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> // Desy laboratory Annual Report, 2007, pp. 1061-1062.
23. Popov A. K., Myslivets S. A., George T. F., Shalaev V. M. Mirrorless Optical Parametric Oscillations in Negative-Index Microstructures // Proceedings of 10th Anniversary International Conference on Transparent Optical Networks, June 22-26, 2008, Athens, Greece, paper Mo.C4.6, V. 4, pp. 34-37.
24. Popov A.K., Myslivets S.A., George T.F., Shalaev V.M. Tailoring transparency of negative-index metamaterials with parametric amplification // Proceedings of the International Meeting Metamaterials 2007 (Editors: F. Bilotti and L. Vegni), Rome 22-24 October 2007, pp. 256-258.
25. Popov A.K., Myslivets S.A., Shalaev V.M. Tunable Narrow-band Filtering, Parametric Amplification and Mirrorless Oscillations in Doped Negative - index Materials // Proceedings of NATO Advance Research Workshop & META'08, (Edited by Said Zouhdi, LGEP-SUPELE C Paris, France). Marrakesh - Morocco, 7-10 May 2008, pp. 580-585.
26. Rasch J.S.E., Sheptyakov D.V., Boehm M., Schefer J., Keller L., Gozzo F., Volkov N.V., Sablina K.A., Petrakovskii G.A. Neutron and synchrotron x-ray diffraction on Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub>. // Proceeding of the International INTAS Workshop "New Layered 3d-Materials for Spintronics", March 31 to April 3, 2008, PSI, Switzerland, - p.11.
27. Turchin P.P., Parfenev A.A., Beletsky V.V., Volzhentsev A.A., Ruzanov V.M., Aleksandrov K.S. The examination of frequency dependence of elastic waves velocities and their attenuation in heterogeneous mediums // Proceedings of IEEE Ultrasonic Symposium. – 2007. – pp. 1637-1640.
28. Vasiliev A.D., Laptash N.M. Structural Phase Transitions in Ammonium Oxofluoromolybdate (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>2</sub>F<sub>4</sub> // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine-2008" ISIF-2008, September 01-06, Vladivostok, Russia, p.187.
29. Volkov N., Sablina K., Bayukov O., Eremin E., Velikanov D., Bovina A., Petrakovskii G., Boni P. Mixed-valence manganese oxide Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub>: structure, magnetic and dielectric properties // Сборник трудов Международной научной конференции «Актуальные проблемы физики твердого тела» ФТТ-2007, Минск, С. 301-302.
30. Volkov N., Sablina K., Eremin E., Boni P., Vallopilly Sh., Flerov I., Kartasev A. Heat capacity, transport and dielectric properties of mixed-valence manganese oxide Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub>. // Proceeding of the International INTAS Workshop "New Layered 3d-Materials for Spintronics", March 31 to April 3, 2008, PSI, Switzerland, - pp. 9-10.
31. Voronov V.N., Nikolayeva T.V. Crystallization and studies of A+B<sub>3</sub>+F<sub>4</sub> compounds // Proceedings of the Third International Siberian Workshop "Intersibfluorine-2008" ISIF - 2008, September 1-6, 2008, Vladivostok, Russia, pp. 200-203.

32. Vtyurin A.N., Krylov A.S., Gerasimova J.V., Ivanenko A.A., Shestakov N.P., Laptash N.M., Voit E.I. Structure and ordering processes in A2BWO3F3 oxyfluorides studied by vibrational spectroscopy // Proceedings of the third International Workshop on advanced inorganic fluorides ISIF-2008. – Vladivostok, 2008. - pp. 71-74.
33. Wigneron, J.-P., Chanzy, A., Kerr, Y.H., Shi, J.-C., Mironov, V.L., de Rosnay, P., Escorihuela, M.-J., Cano, A., Demontoux, F., Grant, J., Lawrence, H., Mialon, A., Saleh, H., Improved parameterisation of the soil emission in L-MEB // 10th specialist meeting on microwave radiometry and Remote Sensing of the Environment, March 11-14, 2008, Firenze, 2008, Italy, pp.123-128.
34. Абалкатлыкова Р.Б., Расохова М.Б., Рахимова У.А., Носков Ф.М., Бовина А.Ф. Исследование структурных превращений в сплавах Ni-Al при статическом нагружении // Труды Международного симпозиума «Упорядочение минералов и сплавов» ОМА-10, г. Ростов–на–Дону, пос. Лоо, 19-24 сентября 2007, С. 6-9.
35. Абрамова Г.М., Волков Н.В., Г.А. Петраковский, Мазалов Л.В., Крючкова Н.А., Соколов В.В. Электрические свойства твердых растворов на основе MnS и CuCrS2. // Труды XII Международной конференции «Электромеханика, электротехнологии, элетротехнические материалы и компоненты», МКЭЭЭ-2008, Алушта, Крым, 2008, С. 88.
36. Абрамова Г.М., Петраковский Г., Боем М., Шимчак Р., Великанов Д.А., Балаев А.Д., Соколов В. Магнитные свойства твердых растворов моносulfида марганца // XI Междисциплинарный международный симпозиум "Фазовые превращения в твердых растворах и сплавах" ОМА-11, 10-15 сентября 2008, п. Лоо, - Т.2, - С. 117-120.
37. Абрамова Г.М., Петраковский Г.А., Великанов Д. А., Раш Ю., Келлер Л., Шимчак Р., Баюков О.А., Воротинов А.М., Васильева И.Г., Мазалов Л.Н., Соколов В. В., Васильев В.В. Магнитные свойства твердых растворов CuMXCr1-XS2, M=V, Fe // XI Междисциплинарный международный симпозиум "Фазовые превращения в твердых растворах и сплавах" ОМА-11, 10-15 сентября п. Лоо, Сочи, 2008. - Т.1, - С. 10-14.
38. Аплеснин С.С., Москвин А.И. Моделирование магнитных свойств марганцевого оксида. // 11-й международный симпозиум «Упорядочение в Минералах и Сплавах», 10-15 сентября 2008г., п. Лоо, - С. 45-47.
39. Аплеснин С.С., Рябинкина Л.И., Романова О.Б., Бандурина О.Н., Горев М.В., Балаев А.Д., Еремин Е.В. Спин-стекольные эффекты в твердых растворах CoхMn1-хS // XI Междисциплинарный международный симпозиум "Фазовые превращения в твердых растворах и сплавах" ОМА-11, 10-15 сентября 2008 п. Лоо, - С. 48-51.
40. Архипкин В.Г., Мысливец С.А. Одномерный фотонный кристалл с резонансным непоглощающим дефектом // Сборник трудов Международного оптического конгресса «Оптика, XXI век», С.-Петербург, 20-24 октября 2008, ИТМО, С.-Петербург, С. 57-60.
41. Балаев Д.А. , Дубровский А.А. , Шайхутдинов К.А. , Попков С.И. , Петров М.И. Особенности временной эволюции магнитосопротивления гранулярных ВТСП в постоянном магнитном поле // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08', 2008, Москва, Звенигород. - 13-17 октября 2008 г., С. 117-118.
42. Балаев Д.А., Дубровский А.А., Шайхутдинов К.А., Попков С.И., Гохфельд Д.М., Гохфельд Ю.С., Петров М.И. Гистерезис магнитосопротивления гранулярных ВТСП. Механизм и универсальность полевой ширины гистерезиса // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 104-105.
43. Белозерова И.Л., Балаев Д.А., Васильев А.Д., Шайхутдинов К.А., Попков С.И., Петров М.И. Транспортные свойства композитов Bi-ВТСП+Ag в окрестности порога перколяции // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 106-107.
44. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Дрокин Н.А. Микрополосковое устройство защиты от радиоимпульса // Материалы IX Международной конференции "Актуальные проблемы электронного приборостроения" АПЭП-2008, Новосибирск, 2008, Т. 4, С. 94-96.
45. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Дрокин Н.А. Устройство защиты от радиоимпульса на пленке высокотемпературного сверхпроводника. // Труды XVIII

Международной Крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". Севастополь, Украина, 2008, С. 491-492.

46. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Сухин Ф.Г. Полосковый полуволновый резонатор на подвешенной подложке // Труды XVIII Международной Крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". Севастополь, Украина, 2008, с. 495-496.
47. Беляев Б.А., Лексиков А.А., Сержантов А.М., Сухин Ф.Г. Полуволновой полосковый резонатор на подвешенной подложке // Материалы IX Международной конференции "Актуальные проблемы электронного приборостроения "АПЭП-2008, Новосибирск, 2008, Т. 4, С. 91-93.
48. Беляев Б.А., Ходенков С.А. Исследование коэффициентов связи резонаторов в фильтре на одномерном фотонном кристалле. // Труды IV Международной молодежной научно-технической конференции студентов, аспирантов и ученых "Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций РТ-2008". 21-25 апреля 2008, Севастополь, С. 139.
49. Быков А.А., Балаев Д.А., Попков С.И., Шайхутдинов К.А., Петров М.И. Резистивный переход поликристаллического ВТСП в магнитном поле. Роль эффективного поля в межгранулярной среде // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 113-114.
50. Вальков В.В. Магнитные и зарядовые флуктуационные вклады в механизм куперовской неустойчивости в сильно коррелированных купратах и тяжелофермионных системах // Третья Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС'08. Сборник трудов, Москва, ФИАН 2008, С. 34-35.
51. Вальков В.В., Головня А.А. Трехцентровые взаимодействия и сверхпроводимость фермионов Хаббарда // Третья Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС'08. Сборник трудов, Москва ФИАН 2008, С. 50-51.
52. Вальков В.В., Дзедзисашвили Д.М. Динамические спиновые флуктуации и критическая температура сверхпроводящей s-фазы редкоземельных интерметаллидов // Третья Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС'08. Сборник трудов, Москва ФИАН 2008, С. 207-208.
53. Вальков В.В., Коровушкин М.М., Барабанов А.Ф. Обменный механизм куперовского спаривания спиновых поляронов в решетке Кондо купратных сверхпроводников // Третья Международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС'08. Сборник трудов, Москва ФИАН 2008, С. 54-55.
54. Варнаков С.Н., Комогорцев С.В., Овчинников С.Г., Bartolome J., Sese J. Влияние постростового нагрева на намагниченность мультислойных наноструктур Fe/Si // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 523.
55. Внукова Н.Г., Глущенко Г.А., Дудник А.И., Лопатин В.А., Гончарова О.А., Чурилов Г.Н. Свойства компактированных пленок фуллерена и оксида вольфрама // Сборник научных статей V международного симпозиума «Наночастицы в конденсированных средах», 2008, С. 221-225.
56. Волков Н.В., Еремин Е.В., Шайхутдинов К.А., Цикалов В.С., Петров М.И., Балаев Д.А., Семенов С.В. Магнитоиндуцированный эффект СВЧ детектирования в поликристаллических манганитах // Труды 11-ого международного симпозиума «Порядок, Беспорядок и Свойства Оксидов», Ростов-на-Дону, п. Лоо, 16-21 сентября 2008, -Т.1. – С.142.
57. Герасимова Ю.В., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Иваненко А.А., Шестаков Н.П., Лапташ Н.М., Войт Е.И. Колебательные спектры аммоний-содержащих неупорядоченных оксифторидов  $A_2BWO_3F_3$  // Труды 11 международного междисциплинарного симпозиума «Порядок, беспорядок и свойства оксидов» ODPO-11. - Ростов-на-Дону, п. Лоо, 2008. – Т.1. – С. 108-111.
58. Гохфельд Д.М., Балаев Д.А., Шайхутдинов К.А., Попков С.И., Петров М.И. Вольт-амперные характеристики гранулярных сверхпроводников // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 123-124.
59. Дрокин Н.А., Тимашов В.А., Юзова В.А. Измерения СВЧ - диэлектрической проницаемости жидких кристаллов в пористом кремнии // Труды XVIII Международной Крымской конференции "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". Севастополь, Украина, 2008, С. 745-746.

60. Дрокина Т.В., Баюков О.А., Петраковский Г.А., Великанов Д.А. Магнитные свойства квазиодномерного поликристалла  $\text{NaFeGe}_2\text{O}_6$  // 11-ый международный симпозиум "Порядок, беспорядок и свойства оксидов", ОДРО-11. Труды симпозиума. - 2008. – Т.1. - С.140-141.
61. Зырянов В.Я., Гуняков В.А., Мысливец С.А., Архипкин В.Г., Шабанов В.Ф., Камаев Г.Н. Электрооптический эффект интерференционного гашения дефектных мод в многослойных фотонных кристаллах // Доклады БГУИР. – 2008. – №5 (35). – С. 135-137.
62. Исакова В.Г., Гончарова Е.А., Внукова Н.Г., Глущенко Г.А., Баюков О.А., Чурилов Г.Н. Синтез и исследование Fe- содержащих фуллеренов и фуллеренолов // Сборник научных статей V международного симпозиума «Наночастицы в конденсированных средах», 2008, С.186-192.
63. Исаков Р.С., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Калинин Ю.Е., Ситников А.В. Фрактальная магнитная микроструктура в пленках нанокмполитов  $(\text{Fe}_{39}\text{Co}_{41}\text{B}_{20})\text{X}(\text{SiO}_2)_{1-\text{X}}$  в области обменной перколяции // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, с.495.
64. Исаков Р.С., Чеканова Л.А., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Букаемский А.А., Полочанина С.В. Синтез и исследование нанокристаллических нитей  $\text{FeNi(P)}$  в пористых поликарбонатных мембранах // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 501.
65. Исаков Р.С., Комогорцев С.В., Мальцев В.К., Момот Н.А., Чеканова Л.А., Барнаков Ч.Н. Наночастицы кобальта в матрице высокопористого аморфного углерода // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина».- 2008г.- Минск, Беларусь, С. 394.
66. Исаков Р.С., Столяр С.В. Магнитные резонансы в наноструктурированных ферромагнетиках // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 473.
67. Исаков Р.С., Чеканова Л.А., Кирик С.Д., Хомченко А.С. Осаждение частиц  $\text{Co}(100-\text{x})\text{Px}$  в мезопоры  $\text{SiO}_2$  и изучение их магнитных свойств // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 527.
68. Исаков Р.С., Столяр С.В., Чеканова Л.А., Жигалов В.С., Баюков О.А., Фролов Г.И. Особенности фазовых превращений в нанокристаллических пленках  $\text{FeC}$  и аморфных пленках  $\text{FeC(B)}$  // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 110.
69. Комогорцев С.В., Балаев Д.А., Денисова Е.А., Смирнов С.И., Патрушева Т.Н., Кирик С.Д. Магнитные свойства наночастиц кобальтового феррита на основе мезопористого диоксида кремния // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 498.
70. Коршунов М.А. Влияние силы взаимодействия на размерный фазовый переход в наноструктурах // Proceedings of the International meeting "Ordering in Metals and Alloys OMA-11". - Rostov-on-Don, 2008. - P. 130-131.
71. Коршунов М.А. Фазовый переход в органической нанопленке при увеличении ее толщины // Proceedings of the International meeting "Ordering in Metals and Alloys OMA-11". - Rostov-on-Don, 2008. - pp. 132-133.
72. Коршунов М.М., Ерёмин И., Теория магнитных возбуждений в новом высокотемпературном сверхпроводнике  $\text{LaOFeAs}$  // Третья международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС-08, 13-17 октября, г. Звенигород, С. 213.
73. Кузовникова Л.А., Денисова Е.А., Исаков Р.С., Комогорцев С.В. Получение наноструктурированных порошков с композиционными частицами «ядро(Co)/оболочка(Cu)» .эволюция их структуры и магнитных свойств в ходе механической активации // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 499.
74. Лалетин Н.В. Электронный задачник по программированию // Сборник статей VIII Международной научно-технической конференции «Информационно-вычислительные технологии и их приложения». Пенза, 2008, С. 3-4.

75. Мягков В.Г., Баяков О.А., Жигалов В.С., Быкова Л.Е., Бондаренко Г.Н. Твердофазный синтез в Ni/Fe(001)/MgO(001) тонких пленках инварного состава 3Fe:1Ni // Труды 1го Международного междисциплинарного симпозиума «Физика низкомерных систем и поверхностей», Ростов-на-Дону, п. Лоо, Россия. 2008, С. 215-218.
76. Мягков В.Г., Жигалов В.С., Ломаева С.Ф., Быкова Л.Е., Бондаренко Г.Н. Особенности твердофазного синтеза парамагнитной фазы при введении диффузного Ag барьера в Ni/Ag(001)/Fe(001) тонких пленках // Труды 1го Международного междисциплинарного симпозиума «Физика низкомерных систем и поверхностей», Ростов-на-Дону, п.Лоо, Россия. 2008, С.211-214.
77. Овчинников С.Г., Макаров И.А., Влияние межслоевого туннелирования на электронную структуру двухслойных купратов // Третья международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» // ФПС-08, 13-17 октября, г. Звенигород, С. 147.
78. Овчинников С.Г., Шнейдер Е.И., Температурный изотоп-эффект в ВТСП купратах // Третья международная конференция «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС-08, 13-17 октября, г. Звенигород, С. 44.
79. Осипова И.В., Дудник А.И., Гончарова О.А., Глушенко Г.А., Крылов А.С., Томашевич Е.В., Чурилов Г.Н. Зависимость электрического сопротивления композитной пленки из фуллерена и WO<sub>3</sub> от времени воздействия рентгеновского излучения // Труды XII Международной конференции: электромеханика, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты. – Алушта, 2008. - С. 102.
80. Патрин Г.С., Полякова К.П., Патрушева Т.Н., Великанов Д.А., Балаев Д.А., Патрин К.Г., Клубуков А.А., Волков Н.В. Зависимость магнитных свойств поликристаллических пленок манганитов La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> и Pr<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> от температуры синтеза. // Труды 11го Международного симпозиума «Порядок, беспорядок и свойства оксидов». Ростов-на-Дону – п. Лоо. Россия, 2008.-Т.2.-С. 55-58.
81. Патрин Г.С., Яковчук В.Ю., Еремин Е.В., Зайцев А.В. Магниторезонансные исследования межслоевых взаимодействий в трехслойных пленках FeNi/Bi/ FeNi // Труды 11го Международного симпозиума «Упорядочение в минералах и сплавах». Ростов-на-Дону – п. Лоо. Россия, 2008.-Т.2.-С.105-108.
82. Петров М.И., Балаев Д.А., Белозерова И.Л., Васильев А.Д., Гохфельд Д.М., Попков С.И., Шайхутдинов К.А. Висмутовый ВТСП с высокой степенью текстуры // Труды симпозиума «Среды со структурным и магнитным упорядочением» (Multiferroics-2007). – п. Лоо, Россия. - Сентябрь 5-10. – 2007. – С. 86-87.
83. Петров М.И., Гохфельд Ю.С., Балаев Д.А., Попков С.И., Дубровский А.А., Гохфельд Д.М., Шайхутдинов К.А. Локальные искажения электронной плотности как центры пиннинга в Y<sub>1-x</sub>RE<sub>x</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 156-157.
84. Петров М.И., Попков С.И., Балаев Д.А., Шайхутдинов К.А. Сосуществование сверхпроводимости и ферромагнетизма в композитах Y<sub>1</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>+7.5%Y<sub>3</sub>(Al<sub>0.6</sub>Fe<sub>0.4</sub>)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (магнитные свойства) // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 158-159.
85. Попков С.И., Петров М.И., Балаев Д.А., Шайхутдинов К.А. Сосуществование сверхпроводимости и ферромагнетизма в композитах Y<sub>1</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>+7.5%Y<sub>3</sub>(Al<sub>0.6</sub>Fe<sub>0.4</sub>)<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (транспортные свойства) // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 160-161.
86. Семёнов С.В., Шайхутдинов К.А., Балаев Д.А., Петров М.И., Волков Н.В. Гистерезис магнитосопротивления в гранулярном La<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> при низких температурах // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 223-224.
87. Столяр С.А., Баяков О.А., Гуревич Ю.Л., Ладыгина В.П., Исаков Р.С., Пуртов К.В. Изучение магнитных наночастиц в белковых молекулах // Материалы Первой международной

конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 503.

88. Тюрнев В.В. Влияние соотношения индуктивной и емкостной составляющих коэффициентов связи резонаторов на величины этих коэффициентов в настроенном фильтре сверхвысоких частот. // Материалы IX Международной конференции "Актуальные проблемы электронного приборостроения" АПЭП-2008, Новосибирск, 2008, Т. 4, С. 97-100.
89. Фролов Г.И., Исхаков Р.С., Середкин В.А., Столяр С.В., Яковчук В.Ю. Эффективная толщина интерфейса в обменносвязанной ферри-ферромагнитной пленочной структуре // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 504.
90. Чеканова Л.А., Важенина И.Г. Мультислойные пленки Fe/Ni // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 494.
91. Чеканова Л.А., Денисова Е.А., Исхаков Р.С., Романова И.Б. Синтез и магнитные свойства наноструктурированных порошков сплавов на основе железа // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008, Минск, Беларусь, С. 505.
92. Чжан А.В., Кипарисов С.Я., Середкин В.А., Патрин Г.С., Пальчик М.Г.. Магнитные свойства трехслойных пленок на основе Co-P. // Труды 11го Международного симпозиума «Порядок, беспорядок и свойства оксидов». Ростов-на-Дону – п. Лоо. Россия, 2008.-Т.2.-С.185-188.
93. Чурилов Г.Н., Осипова И.В., Внукова Н.Г., Осадчая С.В., Марченко С.А., Томашевич Е.В., Петраковская Э.А., Жарков С.М., Зеер Г.М., Крылов А.С., Бондаренко Г.В Синтез и свойства наночастиц со структурой ядро-оболочка на основе никеля и углерода // XII международная конференция «Электромеханика, электротехнологии, электротехнические материалы и компоненты», 2008, С. 105.
94. Шайхутдинов К.А., Балаев Д.А., Попков С.И., Петров М.И. О механизме возникновения участка с отрицательным магнитосопротивлением гранулярного ВТСП // Сборник трудов третьей международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости» ФПС 08. – Звенигород. - 13-17 октября. – 2008. - С. 171-172.
95. Шефтель Е.Н., Исхаков Р.С., Комогорцев С.В., Кесарева П.К., Утицких С.И., Перов Н.С. Магнитоструктурные исследования процессов, происходящих в нанокристаллических пленках Fe<sub>78</sub>Zr<sub>10</sub>Ni<sub>11</sub> при отжиге // Материалы Первой международной конференции «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь-Россия-Украина», 2008г., Минск, Беларусь, С. 464.
96. Эдельман И.С., Иванова О.С., Поляков В.В., Полякова К.П., Баюков О.А. Твердотельный синтез поликристаллических пленок Mn<sub>x</sub>Fe<sub>3-x</sub>O<sub>4</sub>. структура и магнитооптические свойства. // Труды 1го Международного междисциплинарного симпозиума «Физика низкомерных систем и поверхностей» Ростов-на-Дону, п.Лоо, Россия. 2008, С.120-123.

## *Статьи в отечественных сборниках*

1. Petrakovskij S.G., Petrakovskij A.G., Drokina T.V., Kirjakova G.I. Le monitoring des positions du site dans les systemes de prospection de l'Internet - publicite // Scientific notes. Krasnoyarsk State Institute of Economics and Trade, - 2008.- V.6-7. – pp.114-118.
2. Беляев Б.А. Автоматизированный комплекс проектирования и производства микрополосковых частотно-селективных устройств СВЧ // Каталог проектов общегородской ассамблеи "Красноярск, технологии будущего". Красноярск. – 2008. - С. 30.
3. Беляев Б.А., Куш К.А. Исследование емкости микрополосковых встречно-штыревых структур на сверхвысоких частотах // Труды Всероссийской конференции молодых ученых и студентов, посвященной 113-й годовщине дня Радио "Современные проблемы радиоэлектроники". Красноярск – 2008, С. 104-107.
4. Беляев Б.А., Ходенков С.А. Полосно-пропускающие фильтры на одномерном диэлектрическом

фотонном кристалле // Труды Всероссийской конференции молодых ученых и студентов, посвященной 113-й годовщине дня Радио "Современные проблемы радиоэлектроники". Красноярск – 2008. – С. 301-304.

5. Бобров П.П., Миронов В. Л., Яценко А.С. Определение констант диэлектрической модели почв с помощью микроволнового радиометрического метода // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. Выпуск 5. Том II. – М.: ИКИ РАН, ООО «Азбука-2000», 2008. – С. 279-285.
6. Бобров П.П., Миронов В. Л., Яценко А.С., Богданов А.В. Суточная динамика коэффициента излучения и радиояростной температуры на частотах 1,4 и 6,9 ГГц // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. Сборник научных статей. Выпуск 5. Том II. – М.: ИКИ РАН, ООО «Азбука-2000», 2008. – С. 285-292.
7. Гаврилюк А.П., Исаев И.Л., Карпов С.В., Герасимов В.С.. Исследование формирования двойного электрического слоя наночастиц в гидрозолях металлов методом броуновской динамики // Сборник статей Всероссийской конференции с международным участием «Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии», Томск, 19-22 сентября 2008, С. 228-231.
8. Гардымова А.П., Прищепа О.О., Зырянов В.Я. Исследование зависимости ориентационной структуры капель холестерика от их размера // Материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Современные проблемы радиоэлектроники», посвященной 113-й годовщине Дня радио. – Красноярск, 2008. – С.305-307.
9. Гардымова А.П., Прищепа О.О., Зырянов В.Я. Ориентационная структура в каплях холестерика, допированного поверхностно-активным веществом // Материалы IV Всероссийской конференции «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах». – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С.705-708.
10. Добрецов К.Г., Афонькин В.Ю., Кириченко А.С., Столяр С.В., Ладыгина В.П., Баяков О.А., Сипкин А.В. Магнитотерапия в сочетании с магнитными наночастицами в лечении ран наружного носа. // Труды научно-практической конференции «О развитии научно-практического потенциала здравоохранения ОАО «РЖД», Иркутск, 2008, - С. 372-375.
11. Дудник А.И., Гончарова О.А, Лопатин В.А., Глущенко Г.А. Исследование сенсорных свойств толстых пленок на основе фуллерена и оксида вольфрама // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные проблемы радиоэлектроники», 2008, С. 311-314.
12. Исхаков Р.С., Комогорцев С.В. Магнитная микроструктура наноструктурированных ферромагнетиков // Материалы школы – семинара «Наука и инновации», 2008г., Хабаровск-Владивосток, С. 24-39.
13. Карпов С.В, Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов В.С. Фотостимулированная агрегация электростатически стабилизированных гидрозолей металлов // Сборник статей Всероссийской конференции с международным участием «Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии». Томск, 19-22 сентября 2008, С. 231-234.
14. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П, Герасимов В.С., Грачев А.С., Рассказов И.С., Ципотан А.С. Структурная самоорганизация наночастиц серебра в плазмонно-резонансные 1D нановолноводы для видимого диапазона спектра на электростатически функционализированных диэлектрических подложках // Сборник трудов XI Всероссийского семинара «Моделирование неравновесных систем», Красноярск , 26-28 сентября 2008, С.111-113.
15. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов В.С., Грачев А.С. Кристаллизация наноструктурированных зольей металлов // Сборник статей Всероссийской конференции с международным участием «Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии». Томск, 19-22 сентября 2008, С. 160-163.
16. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов В.С., Грачев А.С. Спонтанная кристаллизация наноструктурированных зольей металлов и ее кинетика // Сборник трудов XI Всероссийского семинара «Моделирование неравновесных систем», Красноярск, 26-28 сентября 2008, С.114-116.

17. Карпов С.В., Исаев И.Л., Герасимов В.С., Грачев А.С., Рассказов И.С., Ципотан А.С. Трансформация структур неупорядоченных 3D агрегатов наночастиц при их препарировании на плоской поверхности объектодержателя электронного микроскопа // Сборник трудов XI Всероссийского семинара «Моделирование неравновесных систем». Красноярск, 26-28 сентября 2008, С.119-120.
18. Карпов С.В., Исаев И.Л., Герасимов В.С., Грачев А.С.. Получение цепочек наночастиц в низкочастотных электрических полях. // Сборник трудов XI Всероссийского семинара «Моделирование неравновесных систем», Красноярск, 26-28 сентября 2008, С.111-113.
19. Карпов С.В., Исаев И.Л., Герасимов В.С., Грачев А.С. Трансформация структуры фрактальных 3D агрегатов наночастиц при их осаждении на диэлектрическую подложку // Сборник статей Всероссийской конференции с международным участием «Полифункциональные наноматериалы и нанотехнологии». Томск, 19-22 сентября 2008, С. 140-143.
20. Косырев Н.Н., Овчинников С.Г., Худяков А.Е., Бондаренко Г.В., Исследование in situ ферромагнетизма при комнатной температуре в магнитных нанослоях // Труды XII Симпозиума "Нанофизика и наноэлектроника" 10-14 марта 2008 г., Нижний Новгород, С. 108-109.
21. Крахалев М.Н., Зырянов В.Я., Прищепа О.О., Шабанов А.В. Изменение ориентационной структуры в каплях нематика посредством электроуправляемой ионной модификации межфазной границы // Материалы IV Всероссийской конференции «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах». – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С. 781-784.
22. Лалетин Н.В. Формирование системы управления качеством научно-образовательной деятельности в Железногорском филиале КГПУ им. В.П. Астафьева. // Материалы I Всероссийской научно-методической конференции. «Управление образовательным процессом в современном вузе» Красноярск. – 2007. С. 43-45.
23. Лалетин Н.В., Хныкин А.В. Автоматизация уведомлений об изменениях в расписании занятий. // Сборник статей Всероссийской научно-практической интернет-конференции «Перспектива – 2008» Вып. 1. Железногорск – 2008. - С. 45-47.
24. Мягков В. Г., Баюков О.А., Жигалов В. С., Быкова Л. Е., Бондаренко Г. Н. Твердофазный синтез в Ni/Fe(001)/MgO(001) тонких пленках инварного состава 3Fe:1Ni // Труды Первого международного междисциплинарного симпозиума "Физика низкомерных систем и поверхностей".- 5-9 сентября 2008 г. Ростов-на-Дону-пос. Лоо, Россия. - С. 215-218.
25. Мягков В. Г., Жигалов В. С., Ломаева С. Ф., Быкова Л. Е., Бондаренко Г. Н. Особенности твердофазного синтеза парамагнитной фазы при введении диффузионного Ag барьера в Ni/Ag(001)/Fe(001) тонких пленках // Труды Первого международного междисциплинарного симпозиума "Физика низкомерных систем и поверхностей" 5-9 сентября 2008 г. Ростов-на-Дону-пос. Лоо, Россия. - С.211-214.
26. Осипова И. В., Внукова Н. Г., Новиков П.В., Чурилов Г. Н. Использование разряда КГЦ-диапазона для анализа проб и окружающей среды // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Современные проблемы радиоэлектроники», 2008, С.240-242.
27. Позднякова Т.А. Алгоритмы расчета динамических параметров молекулярных кристаллов // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции «Роль науки и образования в развитии водного транспорта». – Красноярск, 2007. – С.49-52.
28. Сутормин В.С., Крахалев М.Н., Прищепа О.О., Зырянов В.Я. Температурно-индуцированная трансформация поверхностного сцепления в нематике, диспергированном в поливинилпирролидоне // Материалы IV Всероссийской конференции «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах». – Воронеж, 2008. – Т. 2. – С.873-876.
29. Флёргов И.Н. Калорические эффекты в твердых телах и перспективы их практического использования // Известия Санкт-Петербургского Университета Низкотемпературных и Пищевых Технологий. – 2008. – Вып. 1. – С. 41-63.
30. Чудин О.С., Антонова А.Б., Павленко Н.И., Соколенко В.А., Рубайло А.И., Васильев А.Д., Семейкин О.В. Химия винилиденовых комплексов. Сообщение 17. Первый  $\mu$ -винилиденовый комплекс со связью Re-Pt: синтез, спектроскопическое исследование, структура  $(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)(\text{CO})_2\text{RePt}(\mu\text{-C}=\text{CHPh})\text{PPh}_3)_2$  // Журнал Сибирского федерального университета. Химия.

– 2008. – Т. 1. – С. 60-70.

31. Шестаков Н.П., Иваненко А.А. Лазерные измерительные системы, интерференционно-чувствительные фотоприемники // Каталог Международной специализированной выставки лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника-2008». - Москва, 2008. - С. 45.

### *Тезисы докладов на конференциях*

1. Abramova G., Petrakovskiy G., Boehm M., Zuberek R., Nabialek A., Vorotynov A., Bajukov O., Sokolov V., Bovina A. Magnetic properties and magnitistraction of Fe<sub>0.18</sub>Mn<sub>0.82</sub>S single crystal // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, 2008, Moscow, Book of abstract, p.803.
2. Abramova G., Petrakovskiy G., Szymczak R., Rasch J., Mazalov L., Vorotynov A., Velikanov D., Gerasimova J., Sokolov V., Bovina A., Kiselev N. Physical properties of Cu-intercalated chromium disulfides // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of Abstract, p.608.
3. Abramova G.A., Boehm M., Roessli B., Raseh J., Petrakovskiy G., Velikanov D., Vorotynov A., Bovina A., Sokolov V. Neutron diffraction measurements of the FeMn<sub>1-x</sub>S solid solutions // 4th European conference on neutron scattering, 2007, Lund, Sweden, p.128.
4. Aleksandrov K.S., Voronov V.N., Vtyurin A.N., Krylov A.S., Molokeev M.S., Pavlovskiy M.S., Goryainov S.V., Lihacheva A.N., Ancharov A.I. Pressure-induced phase transition in cubic ScF<sub>3</sub> crystal // 9th Russia/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.116.
5. Aleksandrovsky A.S., Gudim I.A., Krylov A.S, and Temerov V.E. Luminescence of manganese ions in yttrium aluminium borate // 15th International Conference on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter, Lyon, 2008, p.482.
6. Aleksandrovsky A.S., Shakhura I. E., Vyunyshev A.M., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Nonlinear photonic crystals of strontium tetraborate // Fifth International Symposium «Modern Problems of Laser Physics». Technical Digest, Novosibirsk, 24-30 August, 2008, p.206.
7. Aleksandrovsky A.S., Shakhura I.E., Vyunyshev A.M., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Nonlinear optical processes in randomized domain structures of strontium tetraborate // International Conference "Laser Optics 2008" June 23-28, 2008, St.Petersburg, Russia, p.55.
8. Aleksandrovsky A.S., Shakhura I.E., Vyunyshev A.M., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Nonlinear diffraction and random QPM in strontium tetraborate // 4th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL 2008), Sept. 29 2008-Oct. 4, 2008, Alushta, Crimea, Ukraine, p.398.
9. Aplesnin S.S., Petrakovskii G.A., Miroshnichenko N.S. Magnetic properties of the anisotropic antiferromagnetic with dimer ordering // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of abstract, pp.586-587.
10. Arkhipkin V.G., Myslivets S.A. Narrowing of transmission spectrum of one-dimensional photon crystal using electromagnetically induced transparency // Fifth International symposium "Modern Problems of Laser Physics" (Technical digest), Novosibirsk, Russia 24-30 August, 2008, pp.208-209.
11. Bogdanov E., Fokina V., Flerov I., Gorev M., Vasiliev A., Pogoreltsev E., Laptash N. Phase transitions in (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>2</sub>F<sub>4</sub>: effect of hydrostatic and chemical pressure // 9th Russia/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.139.
12. Bolsunovskaya O., Petrakovskii G., Popov M. Interaction of a two spin subsystems with the different wave vectors // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of abstract, pp.609-610.
13. Chekanova L.A., Denisova E.A., Iskhakov R.S., Bayukov O.A. Magnetic properties of Fe-based nanostructural powders // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008,

14. Chzhan A.V., Vasilyev V.N., Isaeva T.N., Patrin G.S. Research of feature of domain structures in  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Ga crystals near the Morin transition // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, p.787.
15. Dubrovskiy A.A., Balaev D.A., Shaykhutdinov K.A., Popkov S.I., Petrov M.I. The effect of magnetization relaxation of superconducting grains on time evolution of the resistance of granular HTSC in constant applied magnetic field. 25 Intern. Conf. on Low Temp. Phys. Amsterdam, Netherlands, August 6-13 2008, p.298.
16. Edelman I., Ivantsov R., Vorotynova O., Petrov D., Seredkin V., Valeev V., Khaibullin R., Stepanov A., Co nanoparticles in Si oxides: magneto-optical spectra // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.310.
17. Edelman I., Patrin G., Velikanov D., Chernichenko A., Turpanov I., Bondarenko G., Grebenkova Yu, Multilayered Ni-Ge films: magnetic and magneto-optic properties // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p. 311.
18. Eremin E., Volkov N., Sablina K., Flerov I., Kartasev A. Transport and dielectric properties and heat capacity of the Pb<sub>3</sub>Mn<sub>7</sub>O<sub>15</sub> mixed-valence manganese oxide. // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of abstract, p.662.
19. Flerov I. Ferroelectric and ferroelastic phase transitions in some oxyfluorides A<sub>2</sub>AMOF<sub>6-x</sub> with elpasolite-cryolite structure // 9th Russai/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.113.
20. Gavrichkov V.A., Ovchinnikov S.G., Polaron in-gap states in CMR manganites // Moscow International Symposium on Magnetism MISM, June 20-25, p.630.
21. Ignatchenko V.A., Laletin O.N. Magnetic structures and excitations in ferromagnetic-nonmagnetic metal multilayers, Moscow International Symposium on Magnetism, Book of Abstracts, Moscow 2008, pp.627-628
22. Ignatchenko V.A., Mankov Yu.I., Effects of inhomogeneities with extended correlations on the spin-wave spectrum in nanocrystals and superlattices // Moscow International Symposium on Magnetism, Book of Abstracts, Moscow 2008, pp.581-582.
23. Ignatchenko V.A., Mankov Yu.I., Tsikalov D.S. High-frequency susceptibility of superlattices with two-dimensional inhomogeneities // Moscow International Symposium on Magnetism, Book of Abstracts, Moscow 2008, pp.113-114.
24. Ignatchenko V.A., Polukhin D.S. Effects of cross correlation between inhomogeneities of the exchange and anisotropy on the spin-wave spectrum // Moscow International Symposium on Magnetism, Book of Abstracts, Moscow 2008, pp.516-517
25. Iskhakov R.S., Denisova E.A., Kuzovnikova L.A., Komogortsev S.V. Investigation of ferromagnetic and superparamagnetic particles of ball milled cobalt-copper alloys // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.769.
26. Iskhakov R.S., Kim P.D., Turpanov I.A., Karpenko S.A., Stolyar S.V. Ferromagnetic resonance in single crystal Co/Cu films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.283.
27. Iskhakov R.S., Komogortsev S.V., Denisova E.A., Chekanova L.A., Kalinin Yu.E., Sitnikov A.V. Magnetic microstructure in the Co<sub>41</sub>Fe<sub>39</sub>B<sub>20</sub>-SiO<sub>2</sub>, Co-SiO<sub>2</sub>, Co-CaF nanocomposite films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.299.
28. Iskhakov R.S., Shepeta N.A., Stolyar S.V., Yakovchuk V.Yu., Chekanova L.A. SWR in three-layer NiFe/Cu/NiFe films and multilayered Co/Pd films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.117.
29. Iskhakov R.S., Barnakov Ch.N., Komogortsev S.V., Mal'tsev V.K., Momot N.A., Chekanova L.A. Magnetic Co nanoparticles in the matrix of high-porous amorphous carbon // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.287.
30. Iskhakov R.S., Chekanova L.A., Denisova E.A., Komogortsev S.V., Bukaemskiy A.A., Polochanina S.V., Momot N.A. Magnetic properties of nanocrystalline FeNi(P) columns in polycarbonate membranes // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.284.
31. Iskhakov R.S., Chekanova L.A., Vazhenina I.G. The study by ferromagnetic resonance method of

- Fe/Ni multilayer films obtained by chemical precipitation method // Moscow International Symposium on Magnetism (MISM 2008), Moscow, Russia, 2008, p.300.
32. Iskhakov R.S., Stolyar S.V. SHF-properties and spin-wave resonance spectra in the nanogranular ferromagnetic films and planar nanocomposites // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.285.
  33. Ivanova O., Edelman I., Ivantsov R., Zabluda V., Zaikovskiy V., Stepanov S., Nanostructures based on glasses doped with 3d and 4f elements // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p. 312.
  34. Ivanova O., Edelman I., Petrakovskaja E., Ivantsov R., Kliava J., Marbeuf A. Nanoparticle formation in borate glasses containing two types of transition ions: electron magnetic resonance study // EUROMAR 2008 Conference, St.Petersburg, 2008, p.221.
  35. Kartasev A.V., Flerov I.N., Volkov N.V., Sablina K.A. Heat capacity and magnetocaloric effect in manganites  $(\text{La}_{1-y}\text{Eu}_y)_0.7\text{Pb}_{0.3}\text{MnO}_3$  ( $y = 0.2; 0.6$ ). // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.639.
  36. Kazak N.V., Ivanova N.B., Michel C.R., Balaev A.D., Ovchinnikov S.G. Magnetization and electrical conductivity study of  $\text{Gd}_{0.9}\text{A}_{0.1}\text{CoO}_3$  ( $\text{A}=\text{Ba}, \text{Sr}$ ) // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, p.675.
  37. Kliava J., Edelman I., Ivanova O., Ivantsov R., Bayukov O., Petrakovskaja E., and Zaikovskiy V., Nanostructures based on glasses simultaneously doped with Fe and Mn // Abstracts of Nano South-West European Conference, Bordeaux, France, 2008, p. 137.
  38. Kliava J., Marbeuf A., Edelman I., Ivanova O., Petrakovskaja E., Ivantsov R., EMR spectra of borate glasses containing two types of transition ion simultaneously // International Conference EUROMAR 2008, St.-Petersburg, 6-11 July, 2008, p.221.
  39. Komarov S.A., Scherbinin V.V. A Surface Wave Excitation by a Finite Phased Plane Waveguide Array with an Impedance Flange // 12th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, 2008, Odesa, Ukraine, 2008. pp. 314-316.
  40. Komogortsev S.V., Iskhakov R.S., Chekanova L.A., Denisova E.A. Magnetic properties of nanoparticles synthesized on the base of MCM-41 // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.302.
  41. Krakhalev M.N., Prishchepa O.O., Shabanov A.V., Zyryanov V.Ya. Inverse mode of ionic-surfactant method of director reorientation inside nematic droplets // 22-nd International LC Conference. - Jeju, Korea, 2008. - Abstracts, V.1. – p.380.
  42. Leksikov A., Naletov V.V., Klein. O. Local FMR spectroscopy. // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow - 2008, pp.490-491.
  43. Malakhovskii A.V., Edelman I.S., Sokolov A.E., Sukhachev A.L., Temerov V.L., Gnatchenko S.L., Kachur I.S., Piryatinskaya V.G. Optical and magneto-optical spectroscopy of  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions in huntite structure // XI Международная конференция «Физика диэлектриков», Санкт-Петербург, 2008, т 2, С. 3-6.
  44. Malakhovskii A.V., Edelman I.S., Sokolov A.E., Sukhachov A.L., Temerov V.L., Gnatchenko S.L., Kachur I.S., Piryatinskaya V.G., Valiev U.V., Optical absorption and luminescence of  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions in huntite structure // Республиканская конференция «Оптические методы в современной физике», Ташкент, Узбекистан, 2008, с. 33-35.
  45. Malakhovskii A.V., Sokolov A.E., Sukhachev A.L., Temerov V.L., Edelman I.S.. Magneto-optical spectroscopy of  $\text{Tm}^{3+}$  and  $\text{Yb}^{3+}$  ions in huntite structure // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.91.
  46. Martynov S.N. Field-induced helical magnetic structure in the two-subsystem frustrated antiferromagnet // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.521.
  47. Morozov E.V., Falaleev O.V., Osipova I.V., Vnukova N.G., Churilov G.N. MRI study of fresh-selected liver surface subject to plasma treatment // NMRCM Summer school, 2008, p.261.
  48. Myagkov V.G., Bayukov O.A., Bykova L.E., Bondarenko G.N., Structural and magnetic features of the  $\gamma$ -Fe formation by the solid-state synthesis in Cu/Fe(001) thin films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.338.

49. Myagkov V.G., Bykova L.E. and Lee L.A., Fourfold in-plane magnetic anisotropy in epitaxial Fe(110)/Cu(001) and Fe(110)/Ni(001) bilayers // Байкальская международная конференция "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С.129.
50. Myagkov V.G., Zhigalov V.C., Bykova L.E., Bondarenko G.N., Invar effect and solid-state synthesis in Ni/Fe(001)/MgO(001) thin films: structural and magnetic studies. // Байкальская международная конференция "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С.56.
51. Ovchinnikov S.G., Gavrichkov V.A., Korshunov M.M., Shneyder E.I., Nekrasov I.A., Kokorina E.E., Pchelkina Z.V., Ambrosch-Draxl C., Spitaler J. Multielectron approach to the electronic structure and mechanisms of superconductivity in high-Tc cuprates // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, p.727.
52. Pankrats A., Petrakovskii G., Sablina K., Popov M., Szymczak R. Magnetic and magnetoresonance properties of initial and quenched spiral antiferromagnet LiCu<sub>2</sub>O<sub>4</sub> // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of abstract, p.690.
53. Pankrats A., Petrakovskii G., Tugarinov V., Khabarov I., Bezmaternykh L., Gudim I., Szymczak R. Magnetic and resonance properties of GdFe<sub>2.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>(BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> and (Gd-Nd-Ho)Fe<sub>3</sub> (BO<sub>3</sub>)<sub>4</sub> single crystals. // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, Book of abstract, p.643.
54. Parshin A.M., Nazarov V.G., Zyryanov V.Ya., Shabanov V.F. Bistable director configurations in polymer dispersed nematic liquid crystals // 22-nd International LC Conference. - Jeju, Korea, 2008. - Abstracts, V.1. – p.382.
55. Parshin A.S., Alexandrova G.A., Ovchinnikov S.G., Varnakov S.N. Reflection electron energy loss spectra and inelastic electron scattering cross sections for Fe/Si magnetic layered nanostructures // Moscow International Symposium on Magnetism MISM-2008, June 20-25, p.307.
56. Patrin G.S., Beletsky V.V., Velikanov D.A., Yurkin G.Yu. Magnetic properties of FeSi crystals with Co impurities // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, pp.762-763.
57. Patrin G.S., Polyakova K.P., Patrusheva T.N., Velikanov D.A., N.V. Volkov, D.A. Balaev, K.G. Patrin, A.A. Klabukov. Synthesis and Magnetic Properties of Manganite Pr<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> Films // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, p.666.
58. Patrin G.S., Polyakova K.P., Patrusheva T.N., Velikanov D.A., Volkov N.V., Balaev D.A., Patrin K.G., Klabukov A.A., Synthesis and magnetic property feature of La<sub>0.7</sub>Sr<sub>0.3</sub>MnO<sub>3</sub> manganite polycrystalline // III Байкальская международная конференция, Иркутск, 2008, С. 79.
59. Patrin G.S., Turpanov I.A., Velikanov D.A., Yushkov V.I., Patrin K.G., Kobayakov A.V. Magnetic and electric properties of trilayer Co/Ge/Co films // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, p.286.
60. Petrakovskaya E., Isakova V., Velikanov D., Isakov V. Electron Magnetic Resonance in nanoparticles of 3-d and 5-d metals formation in nanocarbon powders // EUROMAR-2008 Conference, St.Petersburg, 2008, p.224.
61. Petrakovskii G., Balaev A., Sablina K., Bayukov O., Bovina A., Boehm M. Magnetic properties of single crystal Pb<sub>2</sub>Fe<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>6</sub> // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.700.
62. Petrov M.I., Gokhfeld Yu.S., Balaev D.A., Popkov S.I., Dubrovskiy A.A., Gokhfeld D.M., Shaykhutdinov K.A. Pinning enhancement by heterovalent substitution in Y<sub>1-x</sub>RE<sub>x</sub>Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> // 25th International Conference on Low Temperature Physics (LT25). – Amsterdam, Netherlands. - August 6-13. – 2008. – PB-Tu130, p.304.
63. Piskunova N.I., Aplesnin S.S., Moskvina A.I. Study of the magnetic structure of the low-dimensional magnets upon orbital ordering by quantum Monte Carlo method // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.532.
64. Pogoreltsev E., Fokina V., Bogdanov E., Voronov V., Flerov I., Laptash N. Mechanism and nature of phase transition in oxyfluoride Rb<sub>2</sub>KTiOF<sub>5</sub> // 9th Russian/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.138.
65. Polyakova K.P., Polyakov V.V., Seredkin V. A., Bondarenko G.V., Zharkov S.M., Magnetic and magneto-optical properties of nanogranular Co-Ti-O films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.313.

66. Popov A. K., Myslivets S. A., Shalaev V. M. Backward-wave optical parametric amplification and mirrorless oscillations in negative-index materials // APS March Meeting, March 10-14, 2008; New Orleans, Louisiana; Bulletin of the American Physical Society Series II, 2008. - V. 53, № 2, Abstract V28.00002, p.476.
67. Romanova O.B., Ryabinkina L.I. Peculiarities of the transport and magnetic properties of the cation-substituted manganese sulphides // Ninth International workshop on Non –Crystalline solids, Porto-2008, p. 60.
68. Romanova O.B., Ryabinkina L.I., Petrakovskii G. A., Velikanov D.A., Balaev A.D., Balaev D.A., Yanushkevich K.I. Peculiarities of the conductivity and magnetic properties of the cobalt-manganese sulphides // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p. 611.
69. Ryabinkina L.I., Romanova O.B., Aplesnin S.S., Balaev D.A., Demidenko O.F., Yanushkevich K.I., Bandurina O.N. Transport and magnetic properties of MnSe and MnTe // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p. 610.
70. Rykshin A., Zatsepin P., Komarov S.A. Electromagnetic Pulse Scattering by Dielectric Layer // 12th International Conference on Mathematical Methods in Electromagnetic Theory, 2008, Odessa, Ukraine, p. 20.
71. Sablina K.A., Udod L.V., Pankrats A.I., Velikanov D.A., Vasilev A.D., A.F. Bovina, Bondarenko G.V. Effect of substitution on magnetic properties of CuB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.687
72. Saprionova N, Volkov N., Sablina K., Petrakovskii G., Bauykov O., Velikanov D., Vorotynov A., Bovina A. Synthesis of MnGeO<sub>3</sub> Polycrystalline and Single Crystal Samples and Comparative Analysis of Their Magnetic Properties // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.693.
73. Shakhura I. E, Aleksandrovsky A.S., Vyunyshev A.M., Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Random quasi-phase matching in domain structure of strontium tetraborate crystals/ / The Fifth International Symposium «Modern Problems of Laser Physics». Technical Digest, Novosibirsk, 24-30 August, 2008, pp.219-220.
74. Sheftel E.N., Iskhakov R.S., Komogortsev S.V., Sidorenko P.K., Utitskikh S.I., Perov N.S. Effects of annealing on magnetic properties and structural features of nanocrystalline Fe<sub>79</sub>Zr<sub>10</sub>Ni<sub>11</sub> films // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.750.
75. Smirnov L., Kolesnikov A., Flerov I., Laptsh N. The study of peculiarity of phase transitions in (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>WO<sub>2</sub>F<sub>4</sub> by inelastic neutrov scattering // 9th Russian/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.136.
76. Smirnov S.I., Komogortsev S.V., and Iskhakov R.S. Magnetization curve in two-phase nanomagnets: the model of magnetic nanochain with random magnetic anisotropy // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, Russia, 2008, p.277.
77. Stolar S.V., Gurevich Yu.L., Ladygina V.P., Iskhakov R.S., Bayukov O.A., Petrakovskaya E.A. Magnetic properties of biogenic Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*nH<sub>2</sub>O nanoparticles // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.449.
78. Sutormin V.S., Krakhalev M.N., Prishchepa O.O., Zyryanov V.Ya. Director transformations within nematic droplets dispersed in polyvinylpirrolydon induced by temperature and moisture // 22-nd International LC Conference. - Jeju, Korea, 2008. - Abstracts, V.1. – P. 378.
79. Tomilin F.N., Antipina L.U., Ovchinnikov S.G. and Vysotski E.S., The theoretical studies of light emitters in bioluminescence of Ca<sup>2+</sup>-regulated photoprothrin obelin // Luminescence, March-April 2008, V.23, Issue № 2, p. 96.
80. Udod L., Sablina K., Pankrats A., Szymczak R. Magnetic properties of Co-doped CuB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> // Moscow International Symposium on Magnetism, June 20-25, Moscow, 2008, p.687.
81. Valkov V.V., Valkova T.A., Jolobova N.N. The influence of the quantum fluctuations on the ground state and spectral properties of 2D magnets with cubic symmetry four-spin exchange interactions // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow 2008, p.510.
82. Varnakov S.N., Komogortsev S.V., Ovchinnikov S.G., Bartolome J., Sese J., Magnetic properties and nonmagnetic phases formation in nanostructured films (Fe/Si)<sub>n</sub> // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, June 20-25, p.323.

83. Volkov N.V., Eremin E.V., Tsikalov V.S., Kim P.D., Seong-Cho Yu., Dong-Hyun Kim., Nguyen Chau. Nonlinear charge transport in the epitaxial  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  Film: effects of magnetic field and optical radiation // Moscow International Symposium on Magnetism, Moscow, 2008, p.626.
84. Vyunyshev A.M., Aleksandrovsky A.S., Shakhura I. E, Zaitsev A.I., Zamkov A.V. Second harmonic generation in randomized domain structure of strontium tetraborate // Fifth International Symposium «Modern Problems of Laser Physics», Technical Digest, Novosibirsk, 24-30 August, 2008, p.226.
85. Yablonskaya Yu.E., Aleksandrova I.P., Sukhovskiy A.A., Ivanov Yu.N., Vakhrushev S.B. Local and Average Structure of Relaxor  $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$  From the Point of View of NMR // 9th Russia/Cis/Baltic/Japan Symposium on Ferroelectricity, Vilnius, 2008, p.156.
86. Yurkin G.Yu., Patrin G., Velikanov D. Magnetic properties of  $\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x\text{Si}$  // Moscow International Symposium on Magnetism, 2008, p.763.
87. Zhandun V.S., Zamkova N.G., Zinenko V.I. The lattice dynamics, ferroelectric and antiferroelectric instability and ferroelectric phase transition in disorder solid solutions  $\text{PbB}'_{1/2}\text{B}''_{1/2}\text{O}_3$  ( $\text{B}' = \text{Ga, In, Lu; B}'' = \text{Nb, Ta}$ ) // 9th Russia/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.32.
88. Zinenko V.I., Pavlovsky M.S. Lattice dynamics of  $\text{BiFeO}_3$  under hydrostatic pressure // 9th Russia/CIS/Baltic/Japan symposium on ferroelectricity, June 15-19, 2008, Vilnius, Lithuania, p.137.
89. Zyryanov V.Ya., Gunyakov V.A., Myslivets S.A., Arkhipkin V.G., Kamaev G.N., Shabanov V.F. Interference quenching of defect modes in multilayer photonic crystals // 22-nd International LC // Conference. - Jeju, Korea, 2008. - Abstracts, V.1. – p.154.
90. Абрамова Г.М., Петраковский Г.А, Великанов Д.А., Раш Ю., Келлер Л., Шимчак Р., Баюков О.А., Воротинов А.М., Васильева И.Г., Мазалов Л.Н., Соколов В. В., Васильев В.В.. Магнитные свойства твердых растворов  $\text{CuMXCr}_{1-x}\text{S}_2$ ,  $\text{M}=\text{V, Fe}$  // International meeting “Ordering in Minerals and Alloys”, 10-15 September, Rostov-on-Don, Russia, 2008, v.II, p.117.
91. Александров К.С. Мисюль С.В. Полный конденсат параметров порядка и смещения атомов при фазовых переходах в перовскитоподобных кристаллах // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 162.
92. Александров К.С., Воронов В.Н., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Павловский М.С., Горяинов С.В., Лихачёва А.Н., Анчаров А.И. Индуцированный давлением фазовый переход в кубическом кристалле  $\text{ScF}_3$  // Тезисы докладов XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС – XVIII). - Санкт-Петербург, 2008. - С. 136.
93. Александров К.С., Воронов В.Н., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Павловский М.С., Горяинов С.В., Лихачёва А.Н., Анчаров А.И. Спектр комбинационного рассеяния и индуцированный давлением структурный фазовый переход в кристалле  $\text{ScF}_3$  // Тезисы докладов Межд. конф. «Комбинационное рассеяние — 80 лет исследований». – Москва, 2008. - С. 8.
94. Александров К.С., Воронов В.Н., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Павловский М.С., Горяинов С.В., Лихачева А.Н., Анчаров А.И. Индуцированный давлением фазовый переход в кубическом кристалле  $\text{ScF}_3$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 136.
95. Александрова И.П., Суховский А.А., Иванов Ю.Н., Яблонская Ю.Е., Вахрушев С.Б. Исследование локального порядка в структуре  $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$  (NBT) методом ЯМР  $^{23}\text{Na}$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков, Санкт-Петербург, 2008, С. 142.
96. Александровский А.С., Вьюнышев А.М., Шахура И.Е., Зайцев А.И., Замков А.В. Нелинейно-оптические процессы в рандомизированных доменных структурах тетрабората стронция // XI Международная школа-семинар по люминесценции и лазерной физике, Иркутск, 2008, С.7.
97. Александровский А.С., Валиев У.В., Gruber J.B., Малаховский А.В., Жураева Н.И., Рахимов Ш.А., Эдельман И.С., Темеров В.Л., Спектрально-люминесцентные и магнитооптические исследования иона  $\text{Tm}^{3+}$  в кристаллах различной симметрии // Материалы республиканской конференции «Оптические методы в современной физике», Ташкент, Узбекистан, 2008, с.153.
98. Александровский А.С., Вьюнышев А.М, Гудим И.А., Соколов А.Э., Крылов А.С. Люминесценция ионов туллия в хантитах // Тезисы докладов XI Международной школы-семинара по люминесценции и лазерной физике. - Иркутск, 2008. - С. 6.

99. Александровский А.С., Гудим И.А., Крылов А.С., Темеров В.Л.. Спектроскопия ионов марганца в монокристалле иттриевого алюмобората // Республиканская конференция "Оптические методы в современной физике", Ташкент, 2008, С. 11.
100. Антипина Л.Ю., Томилин Ф.Н., Овчинников С.Г., Высоцкий Е.С. Изменение структуры субстратов белков, выделенных из *Obelia Longissima* и *Renilla Muellieri* // Тезисы 12-ой Международной Пущинской школы-конференции молодых ученых, Пущино, 10-14 ноября 2008, С. 332.
101. Антипина Л.Ю., Томилин Ф.Н., Овчинников С.Г., Высоцкий Е.С. Исследование механизма получения субстрата белков *Obelia Longissima* и *Renilla Muellieri* // Тезисы XX Симпозиума «Современная химическая физика», Туапсе, 15-26 сентября 2008, С. 92.
102. Аплеснин С.С., Москвин А.И. Образование бесщелевой спиновой жидкости при упорядочении  $e_g$  орбиталей // 32 Международная зимняя школа физиков-теоретиков. Коуровка-2008, Новоуральск, 2008, С. 84.
103. Архипкин В.Г. Одномерные фотонные кристаллы с резонансным непоглощающим дефектом // XI Международная школа-семинар по люминесценции и лазерной физике (тезисы докладов и лекций), 27-31 октября 2008, Иркутск, С. 10.
104. Беляев Б.А., Кипарисов С.Я. Особенности ферромагнитного резонанса в нанокристаллических пленках кобальта. // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», Иркутск, 23-26 сентября 2008, С.22-23.
105. Бобров П.П., Миронов В.Л., Кондратьева О.В., Репин А.В. Диэлектрические характеристики "свободной" воды как параметра рефракционной модели диэлектрической проницаемости почв // Шестая открытая всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008, С.241.
106. Бобров П.П., Миронов В.Л., Савин И.В., Репин А.В., Яценко А.С. Оценка градиентов влажности в поверхностных слоях разных типов почв с помощью многочастотного радиометрического комплекса // Шестая всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Тезисы докладов. Москва, ИКИ РАН, 10-14 ноября 2008, С. 242.
107. Богданов Е.В., Фокина В.Д., Горев М.В., Флёров И.Н., Васильев А.Д., Погорельцев Е.И., Лапташ Н.М. Структурные фазовые переходы в  $(\text{NH}_4)_2\text{NbOF}_5$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 164.
108. Бондарев В.С., Горев М.В., Флёров И.Н., Раевская С.И., Раевский И.П. Влияние термической предыстории на теплофизические свойства твердых растворов ниобата натрия-лития // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 165.
109. Вальков В.В., Аксенов С.В. Резонансное туннелирование электрона через потенциальный рельеф спинового димера // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 141.
110. Вальков В.В., Головня А.А. Влияние спиновых флуктуаций на область реализации сверхпроводящей фазы хаббардовских фермионов // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 27.
111. Вальков В.В., Гуськов Д.А. О формировании косвенного обменного взаимодействия через спиновые димеры в квазинизкомерных магнетиках // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 135.
112. Вальков В.В., Дзедзисавили Д.М. Влияние спин-флуктуационного рассеяния на описание сверхпроводящей фазы в периодической модели Андерсона // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 28.
113. Вальков В.В., Жолобова Н.Н., Валькова Т.А. Влияние анизотропии четырехспинового обменного взаимодействия на свойства 2D квантовых магнетиков // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 179.
114. Вальков В.В., Коровушкин М.М. О влиянии межузельных взаимодействий на энергетическую структуру модели Андерсона в режиме сильных корреляций // XXXII Международная зимняя

школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 32.

115. Вальков В.В., Коровушкин М.М. Основное состояние и энергетическая структура сильно коррелированных систем при учете межузельного кулоновского взаимодействия // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 21.
116. Вальков В.В., Мицкан В.А. Фазовая диаграмма 2D плакетно-деформированного магнетика в магнитном поле // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 40.
117. Вальков В.В., Пушкарев М.С. Влияние дальних перескоков на частотную и квазиимпульсную зависимости магнитной восприимчивости в сильно коррелированных системах // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 45.
118. Вальков В.В., Шкляев А.А. Квантовый спектр возбуждений конечнослойного ферромагнетика на закреплённой антиферромагнитной подложке // XXXII Международная зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка – 2008», Тезисы докладов, Екатеринбург 2008, С. 154.
119. Втюрин А.Н., Крылов А.С., Герасимова Ю.В., Шестаков Н.П., Иваненко А.А., Лапаш Н.М., Войт Е.И. Колебательные спектры и процессы структурного упорядочения в кристаллах оксифторидов  $A_2BWO_3F_3$  // Тезисы докладов Межд. конференции «Комбинационное рассеяние — 80 лет исследований». – Москва, 2008. – С. 37.
120. Герасимова Ю.В., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Иваненко А.А., Шестаков Н.П., Погорельцев Е.И., Лапаш Н.М., Войт Е.И. Исследование фазового перехода в оксифториде  $(NH_4)3WO_3F_3$  методами колебательной спектроскопии // Тезисы докладов XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС – XVIII). – Санкт-Петербург, 2008. – С. 167.
121. Горев М.В., Флёров И.Н., Бондарев В.С., Sciau Ph., Maglione M., Simon A. Влияние гетеровалентного замещения бария лантаном и висмутом на тепловое расширение, поляризацию и последовательность структурных изменений в керамике  $BaTiO_3$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 146.
122. Гребенникова Б.Н., Новиков П.В., Чурилов Г.Н. Квантово-химические расчеты сорбции водорода Al-Fe-кластерами // Материалы XII Международной научной конференции «Решетневские чтения», 2008, С. 198.
123. Гребенькова Ю.Э., Черниченко А.В., Эдельман И.С., Особенности магнитных и магнитооптических свойств Ni-Ge пленок // Материалы научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых физиков НКФ – XXXVII 2008, Красноярск, С. 38.
124. Добрецов К.Г., Афонькин В.А., Кириченко А.К., Столяр С.В., Ладыгина В.П., Баюков О.А., Сипкин А.В. Магнитотерапия в сочетании с магнитными наночастицами в лечении ран наружного носа // Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею Дорожной клинической больницы на станции Иркутск-Пассажирский.- 25-28 сентября 2008, С.372.
125. Добрецов К.Г., Афонькин В.А., Столяр С.В., Ладыгина В.П., Сипкин А.В., Лопатин А.С. Перспективы использования магнитных наночастиц в оториноларингологии // Актуальные вопросы оториноларингологии. Материалы конференции. -2008 г. – Москва, 11-12 сентября 2008, С.18.
126. Дудник А.И., Гончарова О.А., Колоненко А.Л., Чурилов Г.Н. Исследование сенсорных свойств толстых пленок на основе фуллерена и оксида вольфрама // XII Международная научная конференция «Решетневские чтения», 2008, С. 538.
127. Жандун В.С., Замкова Н.Г., Зиненко В.И. Динамика решетки и сегнетоэлектрический фазовый переход в упорядоченных твердых растворах  $PbB'_{1/2}B''_{1/2}O_3$  ( $B' = Ga, In, Lu, B'' = Nb, Ta$ ) // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 38.
128. Жигалов В.С., Мацынин А.А. Рентгеноструктурные исследования процессов твердофазного синтеза в пленках системы Fe-Mn // Межвуз. рег. науч. конф. студ-в, аспирантов и молодых ученых-физиков НКФ-XXXVII -2008г.-С. 215.
129. Жигалов В.С., Мацынин А.А. Твердофазный синтез магнитных пленок // Труды XII

Международной научно-практической конференции «Решетневские чтения», Красноярск.- 2008 г. - С. 204.

130. Жигалов В.С., Мусихин В.А., Садилов К.А., Шарапиев Т.С., Квеглис Л.И. Алмазаподобный и металлический углерод в пленках, полученных методом импульсно-плазменного испарения // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», Иркутск, 23-26 сентября 2008, С.158.
131. Жигалов В.С., Мягков В.Г., Бондаренко Г.Н., Быкова Л.Е., Фролов Г. И. Магнитожесткие Sm-Co пленки, полученные твердофазным синтезом // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», Иркутск, 23-26 сентября 2008, С.34.
132. Жигалов В.С., Мягков В.Г., Бондаренко Г.Н., Быкова Л.Е., Фролов Г.И. Магнитожесткие Sm-Co пленки, полученные твердофазным синтезом // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», Иркутск, 23-26 сентября 2008, С. 34.
133. Заблуда В.Н., Метод исследования наноструктур с помощью рентгеновской флуоресценции с разрешением по глубине // Труды Первого Международного Междисциплинарного Симпозиума «Физика низкоразмерных систем и поверхностей», Ростов-на-Дону, п. Лоо, 2008, С. 109.
134. Зайцев А.И., Александровский А.С., Вьюнышев А.М., Черепяхин А.В., Шахура И.Е., Замков А.В. Доменная структура в тетраборате стронция // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 57.
135. Зайцев А.И., Александровский А.С., Вьюнышев А.М., Черепяхин А.В., Шахура И.Е., Замков А.В. Рост и физические свойства монокристаллов боратов с тетраэдрически координированными ионами бора // Тезисы XIII Национальной конференции по росту кристаллов (НКРК-2008), Москва, 2008, С. 261.
136. Зайцев А.И., Александровский А.С., Вьюнышев А.М., Шахура И.Е., Черепяхин А.В., Замков А.В.. Доменная структура в тетраборате стронция // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков. Санкт-Петербург, 2008, С. 57.
137. Замкова Н.Г., Зиненко В.И. Влияние катионного замещения на сегнетоэлектрическую неустойчивость в кубическом  $\text{BaTiO}_3$ , допированном  $\text{Bi}^{+3}$ ,  $\text{La}^{+3}$  и  $\text{Zr}^{+3}$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 39.
138. Зиненко В.И. Динамика решетки, сегнетоэлектрическая и антисегнетоэлектрическая неустойчивости в твердых растворах  $\text{PbB}_{1/2}\text{Nb}(\text{Ta})_{1/2}\text{O}_3$  ( $\text{B} = \text{Sc}, \text{Ga}, \text{In}, \text{Lu}$ ) // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 36.
139. Зиненко В.И., Павловский М.С. Динамика решетки  $\text{BiFeO}_3$  под гидростатическим давлением // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 17.
140. Зырянов В.Я., Гуняков В.А., Мысливец С.А., Архипкин В.Г., Камаев Г.Н., Шабанов В.Ф. Электроуправляемый спектральный фильтр на основе одномерного фотонного кристалла с ЖК дефектом // Тезисы докладов XIII Национальной конференции по росту кристаллов «НКРК-2008». – Москва, 2008. – С. 478.
141. Иванова О.С., Эдельман И.С., Иванцов Р.Д., Васильев А.Д., Бондаренко Г.В., Зайковский В.И., Степанов С.А., Влияние редкоземельных ионов на формирование и свойства магнитных наночастиц в германатном стекле // Тезисы 1-ой Международной научной конференции «Наноструктурные материалы-2008: Беларусь-Россия-Украина НАНО-2008» Минск, С. 478.
97. Изотов А.В., Беляев Б.А. Расчет равновесного распределения магнитных моментов в ферромагнетике на основе дискретной модели. // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С. 100.
142. Исаенко Л.И., Меркулов А.А., Лобанов С.И., Надеев А.Н., Бондарев В.С., Втюрин А.Н., Крылов А.С., Горев М.В., Мельникова С.В. О природе фазового перехода в кристалле  $\text{SrAlF}_5$  // Тезисы «НКРК-2008», 17-21 ноября, 2008, Москва, С. 233.
143. Исхаков Р.С. Магнитная микроструктура наноструктурированных ферромагнетиков. Изучение методом корреляционной магнитометрии // Школа – семинар «Наука и инновации», 2008г., Хабаровск-Владивосток, С.22.

144. Исхаков Р.С. Магнитные резонансы в магнитных наноструктурах // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С. 5.
145. Исхаков Р.С., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Калинин Ю.Е., Ситников А.В., Мальцев В.К., Краюхин И.Н. Магнитоструктурные исследования нанокомпозитных пленок  $\text{Co-SiO}_2$ ,  $\text{Co-CaF}_2$ ,  $(\text{Co}_{41}\text{Fe}_{39}\text{B}_{20})\text{X}(\text{SiO}_2)_{1-\text{X}}$  // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.146.
146. Исхаков Р.С., Чеканова Л.А., Столяр С.В., Карпенко С.А., Яковчук В.Ю. Спин-волновой резонанс в мультислойных пленках  $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}(180\text{\AA})/\text{Ni}_{70}\text{Fe}_{30}(180\text{\AA})$  и обменносвязанных структурах  $\text{NiFe/Cu/NiFe}$  // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.143.
147. Исхаков Р.С., Комогорцев С.В., Момот Н.А., Чеканова Л.А., Барнаков Ч.Н., Мальцев В.К., Краюхин И.Н. Структура и магнитные свойства наночастиц кобальта в матрице высокопористого аморфного углерода // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.70.
148. Исхаков Р.С., Кузовникова Л.А., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Балаев А.Д. Сплавы  $\text{Co-Cu}$ , полученные механическим сплавлением из порошковых прекурсоров с различной контактной поверхностью и энергонасыщенностью // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.161.
149. Исхаков Р.С., Чеканова Л.А., Денисова Е.А., Комогорцев С.В., Букаемский А.А., Полочанина С.В. Темплантный синтез и исследование нанокристаллических нитей  $\text{FeNi(P)}$  в пористых поликарбонатных мембранах // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.162.
150. Исхаков Р.С., Чеканова Л.А., Важенина И.Г. Исследование методом ферромагнитного резонанса мультислойных пленок  $\text{Fe/Ni}$  // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.142.
151. Карпов С.В., Исаев И.Л. Молекулярно-динамические исследования условий проявления фотостимулированного структурообразования в наноразмерных аэрозолях металлов // Тезисы докладов I Всероссийской конференции ММПСН-2008 «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях», 12-14 марта 2008, Москва, С.130.
152. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов А.В. Применение метода броуновской динамики для исследования формирования двойного электрического слоя наночастиц в гидрозолях металлов // Тезисы докладов I Всероссийской конференции ММПСН-2008 «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях», 12-14 марта 2008., Москва, С.125.
153. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов А.В., Слабко В.В. Фотостимулированная агрегация электростатически стабилизированных гидрозолей металлов: исследования методом броуновской динамик. // Тезисы докладов I Всероссийской конференции ММПСН-2008 «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях», 12-14 марта 2008, Москва, С.128.
154. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Герасимов А.В. Электростатические взаимодействия наночастиц с двойным электрическим слоем в золях металлов: исследования методом броуновской динамики // Тезисы докладов I Всероссийской конференции ММПСН-2008 «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях», 12-14 марта 2008, Москва, С.123.
155. Карпов С.В., Исаев И.Л., Гаврилюк А.П., Грачев А.С. Электронный туннельный эффект и особенности кристаллизации наноразмерных золь металлов // Тезисы докладов I Всероссийской конференции ММПСН-2008 «Многомасштабное моделирование процессов и структур в нанотехнологиях», 12-14 марта 2008, Москва, С.126.
156. Карташев А.В., Романова Н.Ю. Проблемы разработки курсов математики и информатики на гуманитарных факультетах современного вуза // Тезисы Международная научно-методическая конференция «Информатизация образования 2008», 27-30 мая, 2008, Славянск-на-Кубани, Россия, С. 422.

157. Кипарисов С.Я., Чжан А.В., Середкин В.А., Патрин Г.С., Пальчик М.Г. Получение и магнитные свойства трехслойных пленок на основе Со-Р // Тезисы докладов 3-ей Байкальской международной конференции "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С. 163.
158. Комогорцев С.В., Балаев Д.А., Денисова Е.А., Смирнов С.И., Патрушева Т.Н., Кирик С.Д. Кривые намагничивания наночастиц кобальтового феррита, получаемых на основе мезопористого диоксида кремния // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.83.
159. Комогорцев С.В., Исхаков Р.С., Окотруб А.В. Ферромагнитные наночастицы капсулированные в углеродных нанотрубках // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.8.
160. Коршунов М.А. Влияние размеров наноструктур на параметры решетки (компьютерное моделирование) // Тезисы докладов 1 всероссийской конференции ММПСН-2008. - Москва, 2008. - С. 156-159.
161. Крахалев М.Н., Прищепа О.О., Шабанов А.В., Зырянов В.Я. Управление жидкими кристаллами посредством электроиндуцированной ионной модификации поверхностного сцепления // Тезисы докладов XIII Национальной конференции по росту кристаллов «НКРК-2008». – Москва, 2008. – С. 498.
162. Крылов А.С., Втюрин А.Н., Горяйнов С.В., Воронов В.Н, Лапташ Н.М. Изучение фазовых переходов  $\text{Rb}_2\text{KTiOF}_5$  методом комбинационного рассеяния света: зависимость от температуры и гидростатического давления // Тезисы докладов Межд. конференции «Комбинационное рассеяние — 80 лет исследований». – Москва, 2008. - С. 39.
163. Крылов А.С., Втюрин А.Н., Горяйнов С.В., Кочарова А.Г., Лапташ Н.М. Исследование фазовых переходов в оксифторидах  $(\text{NH}_4)_3\text{MoO}_3\text{F}_3$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{KMoO}_3\text{F}_3$  методом комбинационного рассеяния света. // Тезисы докладов Межд. конференции «Комбинационное рассеяние — 80 лет исследований». – Москва, 2008. - С. 40.
164. Лалетин Н.В. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Практикум по решению задач на ЭВМ» // Тезисы докладов II научно-практической конференции «Дни проекта ИСО». Красноярск – 2008. С. 56.
165. Лалетин Н.В., Кормышов М.Д. Система автоматической проверки решений задач по программированию // Тезисы докладов II научно-практической конференции «Дни проекта ИСО». Красноярск – 2008. С. 25.
166. Малаховский А.В., Сухачев А.Л., Марков В.В., Воронов В.Н., Магнитооптика  $\text{Dy}^{3+}$  в кристаллической и аморфной матрицах // Тезисы III Байкальской Международной конференции "Магнитные Материалы. Новые Технологии", Иркутск, 2008, С.108.
167. Мацынин А.А., Жигалов В.С. Магнитные и фазовые превращения в пленках системы Fe-Mn. // Научно-практич. конф. студентов и молодых ученых «Акт. проблемы авиации и косм-ки», 2008, Красноярск, СибГАУ.- С. 146.
168. Мельникова С.В., Крылов А.С., Жогаль А.Л., Лапташ Н.М. Оптические исследования фазовых переходов в кристалле  $(\text{NH}_4)_3\text{Ti}(\text{O}_2)\text{F}_5$  // Тезисы докладов XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС – XVIII). - Санкт-Петербург, 2008. - С. 182.
169. Миронов В.Л., Косолапова Л.Г., Музалевский К.В. Калибровка TDR измерителей влажности почв с помощью спектроскопической диэлектрической модели почвы // XII Международная научная конференция «Решетневские чтения», Красноярск, 10-12 ноября 2008, С. 108.
170. Овчинников С.Г. Влияние высокого давления на электронную структуру и оптические свойства оксидов 3D-металлов // XI Международная школа-семинар по люминесценции и лазерной физике, Иркутск, 27-31 октября 2008, С. 80.
171. Осипова И.В., Новиков П.В., Селютин Г.Е., Чурилов Г.Н. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен, модифицированный нанодисперсным порошком  $\text{WO}_3$  // Пятая международная конференция "Материалы и покрытия в экспериментальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий", 2008, С. 102.
172. Паршин А.М., Назаров В.Г., Зырянов В.Я., Шабанов В.Ф. // Фазовый переход биполярная - однородная структура в каплях нематика, сформированных в полимерной матрице в

присутствии магнитного поля // Тезисы докладов XIII Национальной конференции по росту кристаллов НКРК, Москва, 2008, С. 499.

173. Петров Д.А., Эдельман И.С. Магнито-оптические спектры ионно-синтезированных частиц кобальта в оксиде кремния // Материалы научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых физиков НКСФ – XXXVII 2008, Красноярск, с.94.
174. Погорельцев Е.И., Фокина В.Д., Молокеев М.С., Бовина А.Ф., Богданов Е.В., Флёров И.Н., Лапаш Н.М. Особенности фазовых переходов в оксифторидах  $(\text{NH}_4)_3\text{-xKxMoO}_3\text{F}_3$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 169.
175. Поляков В.В., Полякова К.П., Середкин В.А., Бондаренко Г.В., Синтез и магнитооптические свойства наногранулированных пленок  $\text{Co-Ti-O}$  // Тезисы докладов 3-ей Байкальской международной конференции "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С. 111.
176. Софронова С.Н., Колесникова Е.М. Динамика решетки твердых растворов  $(\text{Ba,Sr})\text{TiO}_3$  и  $(\text{Pb,Sr})\text{TiO}_3$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 45.
177. Столяр С.В., Яковчук В.Ю., Баюков О.А. Фазовая и магнитная неоднородность тонких пленок сплавов  $\text{DyCo,TbFe}$  компенсационных составов // Тезисы докладов 3-ей Байкальской международной конференции "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С.20
178. Томилин Ф., Антипина Л., Высоцкий Е., Овчинников С., «Квантово-химическое моделирование процесса флуоресценции кальций-разряженного обелина» // Тезисы V съезда Российского фотобиологического общества, международной конференции «Преобразование энергии света при фотосинтезе», Пушино, 8-13 июня 2008, С. 189.
179. Томилин Ф.Н., Осина О.В., Седова Е.В., Овчинников С.Г., «Теоретический анализ устойчивости молекул феромонов к факторам внешней среды» // Тезисы XIV Всероссийского симпозиума «Сложные системы в экстремальных условиях», Красноярск, 23-28 июня 2008г., С. 96.
180. Флёров И.Н. Калорические эффекты и фазовые переходы в сегнетоэлектриках, сегнетоэластиках и ферромагнетиках // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 131.
181. Фокина В.Д., Флёров И.Н., Молокеев М.С., Богданов Е.В., Погорельцев Е.И., Воронов В.Н., Лапаш Н.М. Калориметрические, диэлектрические и структурные исследования кристалла  $\text{Rb}_2\text{KTiOF}_5$  // Тезисы XVIII Всероссийской конференции по физике сегнетоэлектриков (ВКС XVIII), 9-14 июня, 2008, Санкт-Петербург, С. 132.
182. Фролов Г.И. Нанотехнологии и наномagnetизм: магнитопленочные нанокомпозиты для устройств современной техники // Тезисы докладов 3-ей Байкальской международной конференции "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С. 26.
183. Фролов Г.И., Исхаков Р.С., Середкин В.А., Столяр С.В., Яковчук В.Ю. Эффективная толщина интерфейса в обменно-связанной ферриферромагнитной пленочной структуре // Международная конференция НАНО-2008, Беларусь-Россия-Украина, Минск, 2008, С. 504.
184. Фролов Г.И., Середкин В.А., Столяр С.В., Яковчук В.Ю., Марущенко Д.А., Резина Е.Г. Влияние толщины магнито жесткого слоя на магнитные и магнитооптические свойства пленок  $\text{DyCo/NiFe}$  // Тезисы докладов 3-ей Байкальской международной конференции "Магнитные материалы: Новые технологии", Россия, Иркутск, 2008, С.11.
185. Чеканова Л.А., Исхаков Р.С., Денисова Е.А., Баюков О.А., Мальцев В.К., Бондаренко Г.Н. Структура и магнитные свойства порошков с композиционными частицами  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Co}_{100}\text{-XPX}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{FeYNi1-Y})_{98}\text{P}_2$  // III Байкальская международная конференция «Магнитные материалы. Новые технологии», 23-26 сентября, 2008, Иркутск.- Сборник тезисов.- С.152.
186. Чурилов Г.Н., Осипова И.В., Внукова Н.Г., Осадчая С.В., Марченко С.А., Томашевич Е.В., Петраковская Э.А., Жарков С.М., Зеер Г.М., Крылов А.С., Бондаренко Г.В. Синтез и свойства наночастиц со структурой ядро-оболочка на основе никеля и углерода.// XII МКЭЭЭ-2008, Алушта, 2008, С.105.
187. Чурилов Г.Н., Осипова И.В., Глущенко Г.А., Томашевич Е.В., Внукова Н.Г. Влияние плазменной обработки на химический состав приповерхностного слоя металлических изделий // Пятая

международная конференция "Материалы и покрытия в экспериментальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий", 2008, С. 357.

188. Эдельман И.С., Иванова О.С., Заблуда В.Н., Великанов Д.А., Зайковский В.И., Степанов С.А., Петраковская Э.А., Иванцов Р.Д. Структурное и магнитное упорядочение в наночастицах сложных оксидов 3d и 4f элементов в германатном стекле // Тезисы Первого Международного Междисциплинарного Симпозиума «Физика низкоразмерных систем и поверхностей», Ростов на Дону, 2008, С.118.
189. Эдельман И.С., Иванова О.С., Иванцов Р.Д., Заблуда В.Н., Великанов Д.А., Зайковский В.И., Степанов С.А. Магнитооптические эффекты в наноконтролях на основе германатных стекол, активированных железом и редкоземельными элементами // Тезисы III -Байкальской Международной конференции "Магнитные Материалы. Новые Технологии", Иркутск, 2008, С.113.
190. Эдельман И.С., Иванова О.С., Полякова К.П., Поляков В.В., Баюков О.А., Твердофазный синтез поликристаллических пленок  $Mn_xFe_{3-x}O_4$ , структура и магнитооптические свойства // Тезисы Первого Международного Междисциплинарного Симпозиума «Физика низкоразмерных систем и поверхностей», Ростов-на-Дону, Лоо, 2008, С.120.
191. Эпов М.И., Миронов В.Л., Бобров П.П., Савин И.В., Репин А.В. Рефракционная спектроскопическая модель диэлектрической проницаемости нефтесодержащих пород // XI международная конференция "Физика диэлектриков", Санкт-Петербург, 3-7 июня 2008, С. 276.
192. Эпов М.И., Миронов В.Л., Савин И.В. Спектроскопические характеристики диэлектрической проницаемости влажных горных пород // XII Международная научная конференция «Решетневские чтения», Красноярск, 10-12 ноября 2008, С. 116.
193. Эпов М.И., Музалевский К.В., Миронов В.Л., Комаров С.А. Тестирование теоретической модели широкополосного зондирования водонефтяного контакта // XII Международная научная конференция «Решетневские чтения», Красноярск, 10-12 ноября 2008, С. 114.
194. Яковлев И.А., Варнаков С.Н. Исследование начальных стадий эпитаксии на Si (100) методом дифракции отраженных быстрых электронов // XII Международная научная конференция «Решетневские чтения», Красноярск, 10-12 ноября 2008, С. 245.

## Препринты

1. Mironov V.L., Kosolapova L.G., and Fomin S.V. Physically and Mineralogically Based Spectroscopic Dielectric Model for Moist Soils. Preprint 842F of Kirensky Institute of Physics, Krasnoyarsk, Russia, 2007, 31 p.

## Электронные публикации

1. Avramov P.V., Fedorov D.G., Sorokin P.B., Chernozatonskii L.A., Gordon M.S. New symmetric families of silicon quantum dots and their conglomerates as a tunable source of photoluminescence in nanodevices (arXiv:0709.2279).
2. Gavriluk A.P., Karpov S.V. Processes in Resonant Domains of Metal Nanoparticle Aggregates and Optical Nonlinearity of Aggregates in Pulsed Laser Fields (arXiv.org/abs/0808.2355)
3. Korshunov M.A. Determination of Vacancies Allocation in a Monocrystal of a P-Dichlorobenzene Using a Method of the Raman Spectroscopy // arXiv:Physics/0802.2482. – 2008. - 2 p.
4. Korshunov M.A. Manifestation of Vacancies in a Spectrum of Organic Molecular Crystal Lattice Vibrations // arXiv:Physics/0802.2480. – 2008. - 2 p.
5. Mironov, V. L., Kosolapova, L. G. and Fomin, S. V. Soil Dielectric Model Accounting for Contribution of Bound Water Spectra through Clay Content in PIERS Online, Vol. 4, No. 1, 31-35, 2008.

6. Mironov, V. L., Microwave Dielectric Spectroscopy of Moist Soils in the Problem of Radar and Radiometric Remote Sensing of the Land in PIERs Online, Vol. 4, No. 1, 81-83, 2008.
7. Ovchinnikov S.G., E.I. Shneyder, Magnetic and phonon mechanisms of superconductivity in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  support each other arXiv:0809.3585v.
8. Petrov M.I., Gokhfeld Yu.S., Balaev D.A., Popkov S.I., Dubrovskiy A.A., Gokhfeld D.M., Shaykhutdinov K.A. Pinning enhancement by heterovalent substitution in  $\text{Y}_{1-x}\text{RE}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  // arXiv: 0803.0795, 11 p., 2008.
9. Popov Alexander K. and Myslivets Sergei A. All-optically transformable broad-band transparency and amplification in negative-index films (arxiv.org/abs/0808.3130)
10. Popov Alexander K., Myslivets Sergei A., Shalaev Vladimir M., Resonant nonlinear optics of backward waves in negative-index metamaterials, (arxiv.org/abs/0808.2038).

### *Зарегистрированные базы данных для ЭВМ*

1. Беляев Б.А., Бутаков С.В., Лалетин Н.В., Лексиков А.А., Тюрнев В.В. Экспертная система Filtex32 для автоматизированного проектирования и исследования полосно-пропускающих полосковых и микрополосковых фильтров. // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2008612877. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.06. 2008.

# Содержание

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| СТРУКТУРА ИНСТИТУТА .....                                                                                                                                                                                                                                      | 3          |
| <b>ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ИФ СО РАН В 2008 Г.....</b>                                                                                                                                                                             | <b>5</b>   |
| <b>ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ИФ СО РАН В 2008 Г. ....</b>                                                                                                                                                              | <b>10</b>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.1.2.2. МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ, ФОТОМАГНИТНЫЕ И МАГНИТОТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТРУКТУР .....</i>                                                                                                                                | <i>11</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.1.2.3. ФОТОННОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПТО-ЭЛЕКТРОНИКИ, СВЧ-ТЕХНИКИ И НАНОФОТОНИКИ.....</i>                                                                                                                                     | <i>22</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.2.1.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ, СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И СЕГНЕТОЭЛАСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ВИДЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ, КЕРАМИК, СТЕКОЛ И НАНОСТРУКТУР .....</i> | <i>37</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.2.1.2. ТЕОРИЯ ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ, СПЕКТРА ВОЗБУЖДЕНИЙ И КИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛЬНО КОРРЕЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И НЕОДНОРОДНЫХ НАНО-СТРУКТУРНЫХ СРЕД .....</i>                                                                                     | <i>51</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.2.1.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ, РЕЗОНАНСНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАГНЕТИКОВ.....</i>                                                                                                                                              | <i>59</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.2.1.4. НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ И НИЗКОРАЗМЕРНЫЕ МАГНЕТИКИ.....</i>                                                                                                                                                                                     | <i>64</i>  |
| <i>ПРОЕКТ 2.5.1.1. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В РАДИОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ .....</i>                                                                                                                                                     | <i>75</i>  |
| <b>НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА ИНСТИТУТА В 2007 Г.....</b>                                                                                                                                                                                                   | <b>81</b>  |
| <i>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....</i>                                                                                                                                                                                                                                    | <i>81</i>  |
| <i>МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ .....</i>                                                                                                                                                                                                                               | <i>83</i>  |
| <i>РАБОТА СОВЕТОВ.....</i>                                                                                                                                                                                                                                     | <i>86</i>  |
| <i>НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА ИНСТИТУТА ФИЗИКИ СО РАН В 2008 Г.....</i>                                                                                                                                                                                                | <i>86</i>  |
| <b>ПУБЛИКАЦИИ .....</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>89</b>  |
| <i>Главы в книгах.....</i>                                                                                                                                                                                                                                     | <i>89</i>  |
| <i>Учебные пособия.....</i>                                                                                                                                                                                                                                    | <i>89</i>  |
| <i>Статьи в журналах.....</i>                                                                                                                                                                                                                                  | <i>89</i>  |
| <i>Патенты .....</i>                                                                                                                                                                                                                                           | <i>101</i> |
| <i>Статьи в международных сборниках.....</i>                                                                                                                                                                                                                   | <i>102</i> |
| <i>Статьи в отечественных сборниках .....</i>                                                                                                                                                                                                                  | <i>108</i> |
| <i>Тезисы докладов на конференциях .....</i>                                                                                                                                                                                                                   | <i>111</i> |
| <i>Препринты .....</i>                                                                                                                                                                                                                                         | <i>123</i> |
| <i>Электронные публикации.....</i>                                                                                                                                                                                                                             | <i>123</i> |
| <i>Зарегистрированные базы данных для ЭВМ.....</i>                                                                                                                                                                                                             | <i>124</i> |
| <b>СОДЕРЖАНИЕ .....</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>125</b> |