

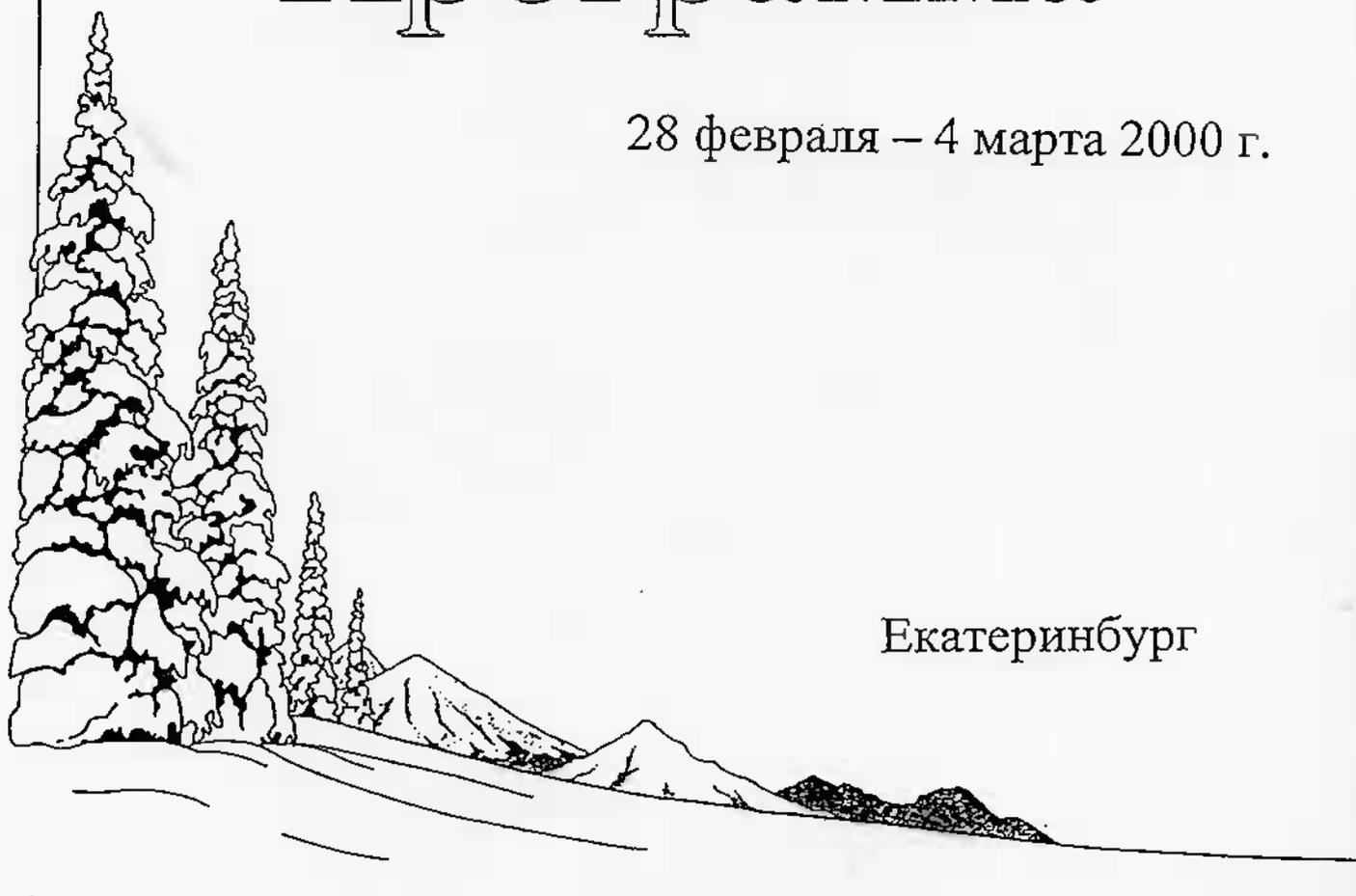
*XXVIII
Международная зимняя
школа физиков-теоретиков*

Коуровка-2000

Программа

28 февраля – 4 марта 2000 г.

Екатеринбург



Российская академия наук
Министерство общего и профессионального образования РФ
Институт физики металлов Уральского отделения РАН
Уральский государственный университет
Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего
образования и фундаментальной науки"
Международный институт А. Богданова

**XXVIII Международная зимняя школа физиков-теоретиков
"Коуровка-2000"**

Кыштым Челябинской обл.
28 февраля - 4 марта 2000 г.

Екатеринбург 2000



Handwritten signature

Посвящается памяти академика С. В. Вонсовского

Содержание

1	Общая информация	4
1.1	Организационный комитет	4
1.2	Финансовая поддержка	4
1.3	Распорядок дня	4
2	К истории “Коуровок”: “Коуровка-1”	5
3	Пленарные лекции	6
4	Секционные доклады	11
4.1	Сильнокоррелированные системы	11
4.2	Сверхпроводимость. ВТСП	13
4.3	Фазовые переходы	15
4.4	Неупорядоченные системы	18
4.5	Магнетизм	21
4.6	Нелинейность	26
4.7	Электронный транспорт	28
4.8	Волны	31
4.9	Структура	33
4.10	Магнитооптика	36
4.11	Экзотика	37
4.12	Стендовые доклады	39
5	Список участников: Российская федерация	41
5.1	Екатеринбург	41
5.1.1	Институт физики металлов УрО РАН	41
5.1.2	Институт теплофизики УрО РАН	41
5.1.3	Институт электрофизики УрО РАН	41
5.1.4	Уральский государственный университет	41
5.1.5	Уральский государственный университет (студенты и аспиранты)	41
5.2	Ижевск	42
5.2.1	Физико-технический институт УрО РАН	42
5.3	Казань	42
5.3.1	Казанский государственный университет	42
5.3.2	Казанский государственный технический университет (филиал, г. Чистополь)	42
5.3.3	Казанский государственный технологический университет	42
5.3.4	Казанский государственный энергетический институт	42
5.3.5	Казанский физико-технический институт КНЦ РАН	42
5.4	Краснодар	42
5.4.1	Кубанский государственный университет	42
5.5	Красноярск	42
5.5.1	Институт физики СО РАН	42
5.5.2	Красноярский государственный педагогический университет	42
5.5.3	Красноярский государственный университет	42
5.6	Махачкала	43
5.6.1	Институт физики Дагестанского научного центра РАН	43
5.7	Москва	43
5.7.1	ВНИИ неорганических материалов	43
5.7.2	Гос. НИИ физических проблем (Зеленоград)	43
5.7.3	Институт радиотехники и электроники РАН	43
5.7.4	Институт физики высоких давлений РАН (Троицк)	43
5.7.5	Институт физических проблем РАН	43
5.7.6	Московский автомобильный институт	43
5.7.7	Московский государственный университет	43
5.7.8	Объединенный институт высоких температур РАН	43
5.7.9	Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)	43
5.7.10	Российский научный центр ‘Курчатовский институт’	43

5.7.11	Российский университет дружбы народов	43
5.7.12	Физико-технологический институт РАН	44
5.8	Пермь	44
5.8.1	Пермский государственный технический университет	44
5.9	Санкт-Петербург	44
5.9.1	Петербургский институт ядерной физики РАН	44
5.10	Саров	44
5.10.1	Российский Федеральный Ядерный Центр - ВНИИЭФ	44
5.11	Сыктывкар	44
5.11.1	Сыктывкарский государственный университет	44
5.12	Уфа	44
5.12.1	Башкирский государственный университет	44
5.13	Челябинск	44
5.13.1	Челябинский государственный педагогический университет	44
5.13.2	Челябинский государственный университет	44
6	Список участников: Украина	45
6.1	Донецк	45
6.1.1	Донецкий физико-технический институт НАНУ	45
6.2	Киев	45
6.2.1	Институт теоретической физики НАНУ	45
6.3	Харьков	45
6.3.1	Физико-технический институт низких температур НАНУ	45

1 Общая информация

1.1 Организационный комитет

1. Скрябин Ю. Н. – председатель
2. Танкеев А. П.
3. Суркова Т. П. – уч. секретарь
4. Марченко В. В.
5. Елохина Л. В.
6. Изюмов Ю. А. – председатель программного комитета
7. Куркин М. И.
8. Борнсов А. В.
9. Москвин А. С., УрГУ
10. Медведев М. В., ИЭФ УрО РАН

1.2 Финансовая поддержка

- Российский фонд фундаментальных исследований.
- ЗАО НПО “Спектр”.
- Международный институт А. Богданова.
- Институт физики металлов УрО РАН.
- Уральский государственный университет.

1.3 Распорядок дня

- 9⁰⁰ – 9⁴⁰ завтрак
 9⁴⁵ – 11⁴⁵ лекции
 12⁰⁰ – 14⁰⁰ лыжные прогулки
 14⁰⁰ – обед
 16⁰⁰ – 18⁰⁰ – семинары
 18⁰⁰ – 20⁰⁰ – лекции
 20⁰⁰ – ужин

	10 ⁰⁰ – 12 ⁰⁰ лекции	18 ⁰⁰ – 20 ⁰⁰ лекции	16 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰ семинары (видеозал)	16 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰ семинары (танцзал)
28.02	10 ⁰⁰ Открытие школы Ю.А.Изюмов	П.Е.Зильберман/С.В.Малсев	Сильнокорр. системы	Структура
29.02	Е.А.Туров/Р.Н.Гуржи	А.З.Солопцов/А.А.Кокин	Магнетизм	Сверхпровод.
01.03	В.Ю.Ирхин/В.Г.Песчанский	И.М.Суслов/В.М.Локтев	Волны	Фазовые переходы
02.03	Э.М.И.Куркин/Н.Г.Всёнин	М.Г.Хусаинов/А.М.Косевич	Нелинейность	Транспорт
03.03	К.И.Кугель/В.М.Елеонский	С.Г.Овчинников/“Экзотика”	Магнитооптика	Неупоряд. системы
04.03				

2 К истории “Коуровок”: “Коуровка-1”

В первой “Коуровке” (15-26 января 1961 года) обсуждались:

1. Теория переходных металлов.
2. Проблема поверхности Ферми.
3. Приложение методов квантовой теории поля к теории твердого тела.

Участники первой “Коуровки”:

В. Г. Барьихтар	О. В. Константинов
А. А. Бердышев	А. М. Косевич
В. Л. Бонч-Брусевич	М. А. Кривоглаз
Н. В. Волкенштейн	И. О. Кулик
А. Н. Волошинский	Л. В. Курбатов
С. В. Вонсовский	М. И. Куркин
Н. И. Гаранца	С. В. Малеев
Р. Н. Гуржи	А. И. Мицек
А. А. Гусев	Л. М. Пскова
Г. И. Гусева	В. И. Пересада
В. М. Елеонский	К. П. Роднонов
В. М. Зайцев	М. С. Свирский
П. С. Зырянов	В. П. Силин
Ю. А. Изюмов	Г. В. Скоцкиф
Т. Г. Изюмова	А. В. Соколов
И. П. Инатова	Г. Г. Талуц
Ю. П. Ирхин	С. В. Тябликов
Э. А. Канер	С. Усть-Качкинцева
М. И. Каганов	Г. И. Харус
Ю. Л. Климонтович	В. М. Цукерник
Л. Я. Кобелев	Т. П. Черных
А. А. Кокян	В. Г. Шавров
Е. И. Кондорский	Е. Н. Якоплев

Лекции первой “Коуровки” (воспроизводятся по памяти):

1. В. Л. Бонч-Брусевич. “Методы квантовой теории поля в статистической физике”.
2. Ю. А. Изюмов. “ $s - d$ - обменная модель переходных металлов”.
3. М. И. Каганов. “Ферми- поверхность металлов и их свойства”.
4. Э. А. Канер. “Циклотронный резонанс в металлах”.
5. О. В. Константинов. “Новый метод в теории кинетических явлений”.
6. А. М. Косевич. “Теория гальваномагнитных эффектов в металлах”.
7. И. О. Кулик. “Диаграммная техника для ферми-систем”.
8. В. П. Силин. “Электромагнитные свойства плазмы”.

3 Пленарные лекции

1. Ю. А. Изюмов

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Академик С. В. Вонсовский: жизненный и творческий путь”

2. Н. Г. Бебенин, В. В. Устинов

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Электронные состояния и явления переноса в ферромагнитных манганитах лантана”

В докладе дается обзор последних работ по электронным состояниям и кинетическим эффектам в манганитах лантана с колоссальным магнитосопротивлением. Интерпретация экспериментов основана на представлении о движении края подвижности.

3. Р. Н. Гуржи

ФТИИТ НАНУ, Харьков

“Новые транспортные явления в двумерном вырожденном электронном газе – теория и эксперимент”

Предложен и теоретически обоснован новый метод исследования кулоновского взаимодействия в двумерных проводящих системах – спектроскопия межэлектронных столкновений в магнитном поле. Реализация этого метода в гетероструктурах подтвердила идеи авторов о принципиальном изменении механизмов передачи импульса в вырожденном электронном газе при переходе от трех к двум измерениям. Полученная информация важна для понимания необычных явлений электронного транспорта и, в частности, существенно новых нелинейных эффектов, обнаруженных недавно в гетероструктурах GaAs/AlGaAs.

4. В. М. Елеонский, Н. Е. Кулагин, В. Г. Королев

ГНИИФП, Москва

“Периодические и квазипериодические узоры симметрии собственных состояний квантовой частицы на плоскости”

Исследована задача Шредингера для гамма-кванта свободной частицы на торе, возникающая при ограничении задачи Шредингера на плоскости на решения типа волновых решеток (пространственных или пространственно-временных). Зависимость гамма-кванта от параметров волновой решетки (или тора) приводит к возможности построения квазипериодических мод задачи Шредингера, отвечающих различным версиям задачи на собственные значения. Приведены примеры квазипериодических мод, порожденных задачей Шредингера на торах T^2 и T^4 , обладающих фрагментами как традиционных, так и нетрадиционных симметрий. Анонсируются результаты анализа задачи Шредингера для частицы на торе при наличии двумерного периодического потенциала (в формализме теории возмущений Бриллюэна-Вигнера во всех порядках).

5. П. Е. Зильберман, К. Хаїде

ИРЭ РАН, Москва

“Микроскопические уравнения магнитной динамики с учетом спиновых корреляций”

Исходя из первых принципов, выведены микроскопические уравнения магнитной динамики для средних индивидуальных спинов гейзенберговского ферромагнетика с учетом анизотропии, магнито-дипольного взаимодействия и взаимодействия с внешним магнитным полем. Эти уравнения можно рассматривать, как микроскопический аналог макроскопических уравнений Ландау и Лифшица. Помимо молекулярного поля Вейса наши уравнения учитывают также влияние спиновых корреляций. Корреляции приводят к температурной зависимости динамических параметров системы, к затуханию спиновых колебаний и позволяют описать эффекты памяти. Полученные уравнения удобны для решения различных граничных задач, что иллюстрируется на примерах.

6. В. Ю. Ирхин, М. И. Кацнельсон

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Проблема нефермижидкостного поведения”

Обсуждаются различные механизмы НФЖ поведения в сильно коррелированных системах (низкоразмерных медь-оксидных соединениях, аномальных редкоземельных и актиидных

системах). В рамках теории возмущений по взаимодействию электронов проводимости с антиферромагнитными спиновыми флуктуациями показала возможность формирования состояния маргинальной ферми-жидкости. Развита скейлинговая теория НФЖ поведения, связанного с особенностями спиновой динамики.

7. А. А. Кокин
ФТИ РАН, Москва

"Взгляд в будущее: ядерные магнито-резонансные квантовые компьютеры, надежды и реальность"

"И в области технического применения магнитных веществ, и в технике полупроводниковых материалов в последнее время все большую актуальность приобретает вопрос о создании материалов, которые одновременно являются магнитными и полупроводниковыми."

С. В. Ворсовский. 1972 г.

1. Основные понятия в физике квантовых компьютеров: двухуровневая квантовая система - кубит (qubit), чистое, квазичистое (pseudo-pure) и смешанное состояния, суперпозиция, запутывание (entanglement), диссипация и декогерентизация (decoherence) квантовых состояний.
2. Необходимые этапы реализации квантового компьютера: а) приготовление квантового начального состояния системы кубитов (initializing), б) формирование квантовых логических операций, в) измерение конечного состояния квантовой системы, г) подавление декогерентизации и помехоустойчивость.
3. Основные однокубитовые и двухкубитовые квантовые логические операции: NOT, CNOT, SWAP и др. Некоторые квантовые алгоритмы.
4. Примеры логических операций на ядерных спинах-кубитах в ЯМР квантовом компьютере. Методы подавления декогерентизации.
5. Простейшие ансамблевые ЯМР квантовые компьютеры с малым числом кубитов, реализованные на органических жидкостях. Проблема перехода к большому числу кубитов.
6. Возможные варианты твердотельных многокубитовых ЯМР квантовых компьютеров: а) полупроводниковый многокубитовый ЯМР квантовый компьютер с индивидуальным обращением к спинам-кубитах, б) модели ансамблевых ЯМР квантовых компьютеров.
7. Нерешенные проблемы и перспективы твердотельных ЯМР квантовых компьютеров.

8. А. М. Косевич
ФТИНТ НАНУ, Харьков

"Магнитные солитоны и вихри в 2D ферромагнетиках и антиферромагнетиках"

9. К. И. Кугель
ОИВТ РАН, Москва

"Спиновое, орбитальное и зарядовое упорядочение в манганитах"

Рассмотрены эффекты, обусловленные тесной взаимосвязью электронной, решеточной и магнитной структуры манганитов с колоссальным магнитосопротивлением. Показано, что орбитальное вырождение иона Mn^{3+} оказывает существенное влияние на особенности обменного взаимодействия в манганитах (в рамках механизмов двойного обмена и суперобмена). Обменное взаимодействие в вырожденном случае может приводить не только к спиновому, но и к орбитальному упорядочению. Орбитальное упорядочение обуславливает искажение кристаллической решетки в целом, обычно связываемое с кооперативным эффектом Яна-Теллера. Учет различных типов обменного взаимодействия дает возможность предсказать весьма нетривиальные типы орбитального и магнитного упорядочения, наблюдаемые на эксперименте. Другие эффекты связаны с кулоновским взаимодействием носителей тока на различных узлах решетки, приводящим к локализации электронов и к зарядовому упорядочению, т.е. к регулярной структуре ионов Mn^{3+} и Mn^{4+} . Сосуществование и конкуренция спинового, зарядового и орбитального упорядочения определяют весьма сложный вид фазовой диаграммы в манганитах. Обсуждаются также дополнительные осложнения, связанные с возможностью различных типов фазового расслоения в этих соединениях.

10. М. И. Куркин

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Проблема квантового сокращения спинов при антиферромагнитном упорядочении”

1. Квантовое сокращение среднего спина в молекуле водорода.
2. Иммунитет магнитных подрешеток к операции межподрешеточного обмена спинами (идея А. С. Боровика-Романова).
3. Экспериментальные данные для квантового сокращения спинов в одномерных антиферромагнетиках $CsMnBr_3$ и $CsMnI_3$.
4. Собственная волновая функция оператора квадрата полного спина для нулевого собственного значения.

11. В. М. Локтев

ИТФ НАНУ, Киев

“Кроссовер и псевдощель в высокотемпературных сверхпроводниках”

12. С. В. Малеев

ПИЯФ, Гатчина

“Псевдодипольное взаимодействие в антиферромагнетиках”

Традиционно при анализе сложных магнитных структур ограничиваются обменным взаимодействием и энергией магнитной анизотропии. Однако в последнее время выяснилось, что в некоторых важных случаях этого мало, и необходимо также учитывать т.н. псевдодипольное взаимодействие спинов (ПДВ). Это взаимодействие имеет ту же тензорную структуру, что и магнитное дипольное взаимодействие, но может быть значительно сильнее и убывает быстрее, чем R^{-3} . Оно впервые было введено феноменологически Ван-Флеком в 1937. Первый микроскопический вывод дан был Мориа, который показал, что ПДВ возникает в результате сверхобмена при учете спин-орбитального взаимодействия. Обычно ПДВ мало, и его можно не учитывать. Однако может оказаться, что антиферромагнетик состоит из двух подсистем спинов, которые в силу симметрии не взаимодействуют в приближении молекулярного поля, если ограничиваться только обменным приближением (обменно-фрустрированные антиферромагнетики). В этом случае взаимная ориентация спинов этих подсистем определяется слабыми взаимодействиями низкой симметрии. Такая ситуация имеет место в купратах R_2CuO_4 ($R=Nd, Pr, Sm, Eu$), где взаимно перпендикулярны спины соседних плоскостей CuO_2 . Имеется ряд других примеров таких обменно-фрустрированных неколлинеарных антиферромагнетиков ($PrV_2Cu_3O_{6+x}$, U_2Pd_2X и т.д.). Во всех таких случаях ПДВ позволяет успешно объяснить наблюдаемую магнитную структуру, причем оказывается, что обычное дипольное взаимодействие для этого слишком мало и часто не подходит по знаку. Микроскопически ПДВ возникает в результате обменного взаимодействия ионов с ненулевыми орбитальными моментами при учете LS связи. Существует несколько теоретических моделей того, как это происходит: 1) прямой обмен, 2) сверхобмен, 3) обмен электрон-дырочной парой в металлах при наличии “винтового рассеяния” электронов проводимости на орбитальных моментах ионов.

Наиболее детально ПДВ было экспериментально исследовано в R_2CuO_4 . Из анализа спектров спиновых волн удалось определить величину ПДВ как между соседними плоскостями CuO_2 , так и внутри этих плоскостей. При этом оказалось, что внутри плоскости ПДВ на порядок сильнее предсказанного теоретически и, более того, сильно зависит от температуры при $T \ll T_N$. Качественно это объясняется тем, что ПДВ, как и любая другая магнитная анизотропия, нарушает закон сохранения полного спина и тем самым приводит к сильному взаимодействию длинноволновых спиновых волн, отсутствующему в обменном приближении.

13. С. Г. Овчинников

ИФ СО РАН, Красноярск

“Обобщенный метод сильной связи для расчета электронной структуры сильнокоррелированных систем”

Предлагается обобщение метода сильной связи для сильнокоррелированных систем. Показано, что все популярные в физике твердого тела модели, содержащие сильные электронные корреляции, в том числе модель Хаббарда, $s-d$ обменная модель, периодическая модель Андерсона и многозонная $p-d$ модель, могут быть точно записаны в виде суммы внутриячеичных и межячеичных слагаемых полного гамильтониана. Внутриячеичный гамильтониан

диагонализуется, находятся многоэлектронные молекулярные орбитали и строятся внутри-ячеечные операторы Хаббарда. В их представлении взаимодействие между ячейками точно записывается в виде обобщенной модели Хаббарда, функции Грина которой могут быть вычислены разными методами, развитыми для модели Хаббарда. В приближении "Хаббард G" для такой модели получено дисперсионное уравнение, описывающее зонную структуру фермионских квазичастиц. В отличие от одноэлектронного подхода, зонная структура квазичастиц зависит от концентрации и температуры. Высокотемпературные сверхпроводники и манганиты с колоссальным магнитосопротивлением рассмотрены в рамках этого метода.

14. В. Г. Песчанский*, Д. И. Степаненко**

* ФТИИТ НАНУ, Харьков

** ХНУ, Харьков

**"Нелинейные электромагнитные волны в условиях сильного магнетизма
электронов проводимости"**

Теоретически исследованы волновые процессы в металлах, помещенных в квантующее магнитное поле. Показано, что при достаточно низких температурах, когда амплитуда квантовых осцилляций магнитной восприимчивости может достигать значений порядка единицы, возможно распространение нелинейных электромагнитных волн с малой амплитудой. Найдено нелинейное решение уравнений Максвелла. Проанализирована динамика формирования диамагнитных доменов.

15. А. З. Солопцов

ВНИИИМ, Москва

"Мягкие спиновые флуктуации в теории магнетизма металлов"

Дан обзор теории магнетизма металлов с мягкими спин-флуктуационными (СФ) модами. Введена новая классификация режимов СФ: ферми-жидкости, мягких мод и локализованных моментов и дан анализ различий характера СФ в них. Введен безразмерный параметр спинового ангармонизма и показано, что он не мал из-за нулевых СФ, которыми до сих пор пренебрегалось. Построена вариационная теория мягких СФ мод, учитывающая эффекты сильного ангармонизма.

16. И. М. Сулов

ИФП РАН, Москва

"Расходимость рядов теории возмущений: современное состояние проблемы"

1. Аргумент Дайсона: все актуальные ряды теории возмущений имеют радиус сходимости, равный нулю.
2. Метод Липатова: количественная оценка расходимости рядов.
3. В каком смысле понимаются ряды теории возмущений? Обзор математической теории расходящихся рядов.
4. Ренормализация. Проблема математического обоснования метода Липатова.
5. Отсутствие ренормализованных сингулярностей в теории φ^4 .
6. Использование аналитических свойств борелевских образов для суммирования расходящихся рядов.
7. Результаты восстановления функции Гелл-Манна Лоу теории φ^4 .
8. Структура высших поправок к асимптотике Липатова. Дальнейшие перспективы.

17. Е. А. Туроп, А. В. Колчаков

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Избранные вопросы магнитной (спиновой) динамики в магнетиках"

Некоторые популярные аспекты магнитной динамики обсуждаются с необычной точки зрения. Рассматриваются макроскопические уравнения движения различных форм - от Ландау-Лифшица до Власова-Ишмухаметова (ВИ) уравнений. Применение уравнений ВИ заметно упрощает вычисление спинволновых спектров. Затем сформулирован очень простой алгоритм разбиения динамических магнитных переменных на независимые спин-волновые представления. Некоторые спин-волновые представления и соответствующие уравнения движения, которые должны быть обнаружены в антиферромагнетиках, дают продольные осциллирующие (за исключением релаксирующих) моды.

18. М. Г. Хусаянов*, Ю. А. Изюмов**, Ю. Н. Прошин***

* КГТУ, Чистополь

** ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

*** КГУ, Казань

"Механизмы немонотонного поведения критической температуры и теория эффекта близости в структурах ферромагнетик-сверхпроводник"

Предложена теория эффекта близости, учитывающая конкуренцию между 1D и 3D состояниями Ларкина-Овчинникова-Фюльде-Феррелла в мультислоях ферромагнетик/сверхпроводник (FM/S). Показано, что немонотонное поведение критической температуры T_c обусловлено колебаниями потока куперовских пар на FM/S-границе, возникающими из-за фазовых переходов 3D-1D-3D через тройные точки Лифшица. Объяснено качественно различное поведение T_c , наблюдавшееся на одних и тех же по составу мультислоях FM/S. Предсказано явление возвратной сверхпроводимости в различных структурах FM/S.

4 Секционные доклады

4.1 Сильнокоррелированные системы

1. А. Б. Безносков, Е. С. Орел
ФТИНТ НАНУ, Харьков

“Электронные корреляции и спектр магнитных возбуждений хаотизированного $d-f$ - магнетика”

Рассчитан спектр динамической магнитной восприимчивости узкозонного магнитного проводника с сильным одноузельным анизотропным обменом между электронами локализованных $4f$ - оболочек и узких $5d$ -зон, с учетом умеренного хаббардовского отталкивания квазилокальных (d) электронов и хаотизации g -факторов в обеих подсистемах. Определены спектры одноэлектронных и коллективных спиновых возбуждений, компоненты восприимчивости, связанные с регулярным и нерегулярным распределением по кристаллу значений g -факторов, а также параметры косвенного обмена в системах f - и d - электронов.

2. А. В. Безносков, Е. Л. Фертман
ФТИНТ НАНУ, Харьков

“Магнитные фазы в сплавах $Gd-Y$: природа и механизмы образования”

Исследована роль электронной структуры и магнитоупругой связи в формировании магнитного порядка в сплавах $Gd_{100-x}Y_x$ ($5.5 < x < 12$). Проанализированы температурные зависимости упругих модулей, теплового расширения, магнитной восприимчивости и констант анизотропии. Предложена следующая магнитная фазовая диаграмма изученных сплавов (указана магнитная структура и род перехода при ее смене): парамагнетик - (II род) - ферромагнитный конус - (I род) - ферромагнитный геликоид - (парный переход II рода) - (a) деформирующийся ферромагнитный геликоид - (b) скошенный ферромагнетик.

3. А. А. Васильченко
КГУ, Краснодар

“Теория функционала плотности квазидвумерной электронно-дырочной жидкости”

Самосогласованно решены уравнения Кона-Шама для квази-двумерных электронов и дырок. Найдены условия, при которых возможно образование квази-двумерной электронно-дырочной жидкости (2МЭДЖ) на поверхности полупроводника. Показано, что в некотором интервале напряженности магнитного поля основное состояние 2МЭДЖ есть состояние с полностью заполненным спиновым подуровнем Ландау, т.е. концентрация электронов (первый слой) изменяется линейно по отношению к напряженности магнитного поля. В области перехода между плато для электронов плотность дырок при определенных условиях так же линейно зависит от напряженности магнитного поля. Таким образом, показана возможность квантования холловского сопротивления по второму слою.

4. В. А. Гавричков, С. Г. Овчинников
ИФ СО РАН, Красноярск

“Обобщенный метод сильной связи о зависимости дисперсионных соотношений валентной зоны CuO_2 слоя с допированием”

В настоящей работе мы на основе ортогонального ячеечного базиса для реалистичной многозонной $p-d$ модели вычислили энергетический спектр потолка валентной зоны CuO_2 слоя. Помимо валентной зоны, хорошо соответствующей экспериментальным ARPES-данным и расчетам в рамках $t-t'-J$ модели, в недопированном случае мы указываем на существование бездисперсного виртуального уровня на самом потолке. Расчет допированного случая показал, что виртуальный уровень трансформируется в зону примесного типа, приобретает дисперсию и, как следствие, должен детектироваться в ARPES - эксперименте в качестве высокоэнергетичного пика в спектральной плотности состояний.

5. А. С. Москвин
УрГУ, Екатеринбург

“Модель электронно-дырочной бозе-жидкости в сильнокоррелированных оксидах”

Электронно-дырочная (ЕН) жидкость в сильнокоррелированных оксидах появляется в результате диссоциации малых экситонов с переносом заряда. ЕН- жидкость в традиционных

полупроводниках типа Ge, Si с полностью заполненной валентной зоной представляет собой двухкомпонентную Ферми-жидкость, тогда как ЕИ-жидкость в купратах представляет собой систему сильнокоррелированных электронных и дырочных центров, эквивалентную Бозе-жидкости. Для описания ЕИ- бозе-жидкости нами разработан метод псевдоспинового гамильтониана, рассмотрены его упрощенные варианты - гамильтониан квантового решеточного бозе-газа, синглет- триплетный гамильтониан, а также типичные возбуждения - псевдоспиновые волны и топологические дефекты.

6. А. С. Москвин, Е. Н. Кондрашов, В. И. Черепанов

УрГУ, Екатеринбург

"Природа формирования оптических и электронных спектров диэлектрических оксидов меди"

В рамках единой кластерной модели рассмотрены механизмы формирования оптических и электронных (EELS, ARPES) спектров сильнокоррелированных диэлектрических оксидов меди типа CuO , La_2CuO_4 , $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{Cl}_2$. Разработана простая модель электроно-колебательной структуры полос поглощения в среднем ИК-диапазоне. Развита теория одно- и двухцентровых экситонов малого радиуса, в рамках обобщенной теории Жанга-Нга дано объяснение спектров EELS в оксихлориде $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{Cl}_2$. Показана важная роль корреляционных эффектов 'нежесткого анионного остова' в формировании оптических и электронных спектров сильнокоррелированных оксидов.

7. А. С. Овчинников, И. Л. Аввакумов, Н. Мельникова

УрГУ, Екатеринбург

"Магнитные и немагнитные примеси в синглет-триплетном магнетике"

В рамках простейшей теории молекулярного поля рассмотрены особенности поведения магнитной и немагнитной примеси в синглет- триплетном магнетике, существенно отличающие их от традиционных магнетиков. Развита синглет-триплетная модель спиновой подсистемы сильнокоррелированных оксидов типа допированных купратов и висмутатов. В рамках модели описывается влияние немагнитных ионов Pb^{2+} на магнитные свойства системы $\text{BaBi}_2\text{Pb}_x\text{O}_3$, немагнитных ионов Zn^{2+} и магнитных ионов Ni^{2+} на локальные магнитные свойства купратов. Рассчитаны температурные зависимости локального параметра порядка.

4.2 Сверхпроводимость. ВТСП

1. И. Л. Аввакумов, А. С. Москвин

УрГУ, Екатеринбург

“Бозе-аналог двойного обмена в модельном манганите”

Ряд экспериментальных фактов указывает на возможность формирования в манганитах с неизовалентным замещением бозе-системы с диспропорционированием $MnO_6^9 + MnO_6^9 \rightarrow MnO_6^8 + MnO_6^{10}$ и появлением дырочных и электронных центров. Эффективный гамильтониан такой системы эквивалентен гамильтониану системы триплетных бозонов, движущихся в решетке дырочных центров, и является бозе-аналогом известного гамильтониана двойного обмена. В модели молекулярного поля рассчитаны фазовые диаграммы и температурные зависимости параметров зарядового, спинового и сверхпроводящего порядка при различных значениях обменных интегралов и интегралов переноса бозона.

2. Е. В. Кузьмин, С. Г. Овчинников, И. О. Бакланов

КГУ, Красноярск

“Сверхпроводимость сильно коррелированных электронов в оксидах меди и рутения в рамках $t - J - I$ модели. Сосуществование сверхпроводимости и ферромагнетизма в соединениях со слоями CuO и RuO ”

Рассмотрена $t - J - I$ модель сильнокоррелированных электронов, учитывающая их туннелирование (t) на ближайшие соседние пустые узлы решетки, конкурирующие антиферромагнитные (J) и ферромагнитные (I) обменные взаимодействия. В ОПХФ с использованием операторов Хаббарда получена система уравнений, позволяющая описывать нормальную (N), ферромагнитную (F) и сверхпроводящую (SC) фазы. Проанализированы возможные типы SC-решений: решения s -типа запрещены из-за констрейна, решения p -типа с триплетными спариваниями реализуются при $I \gg J$ (рутенат), решения d -типа с синглетными спариваниями возможны при $J \gg I$ (купраты). Выявлены причины больших значений T_c в купратах ($\sim 100K$) и малых ($\sim 1 \div 3 K$) в рутенате при одинаковых величинах параметра взаимодействия.

Построена фазовая диаграмма ($T = 0$) в переменных концентрация электронов (n) - безразмерный параметр взаимодействия ($\tau = I/t$) для рутенатов, на которой имеются области F-, SC- и N- состояний. Трехмерный рутенат (с концентрацией дырок 0.28) попадает в SC-фазу. Квазидвумерные слои RuO находятся в F-фазе (с меньшими дырочными концентрациями). При этом одновременно CuO -слои являются сверхпроводящими, что и объясняет сосуществование F- и SC-состояний.

-Кузьмин Е. В., Овчинников С. Г., Бакланов И. О. ЖЭТФ, 116, 655 (1999)

-Kuz'min E. V., Ovchinnikov S. G. Cond-mat/9903314

3. Ю. Д. Панов, Е. В. Зенков, А. С. Москвин

УрГУ, Екатеринбург

“Влияние низкосимметричных кристаллических полей на вибронный CuO_4 -центр”

Особенностью двухдырочного дырочного CuO_4^{5-} -центра в допированных купратах является сложный характер основного состояния, обусловленный псевдовырождением в основном состоянии термов с различной четностью и орбитальной мультиплетностью, что приводит к псевдоэффекту Яна-Теллера. Другой особенностью допированных купратов являются локальные неоднородности потенциала, которые порождают низкосимметричные кристаллические поля (НКП). Целью данной работы является детальное исследование влияния НКП ромбической симметрии на вибронный центр CuO_4^{5-} .

4. Ю. Д. Панов, Е. В. Зенков

УрГУ, Екатеринбург

“Вибронный механизм барических эффектов в сверхпроводящих купратах”

В рамках модели полярных ян-теллеровских центров изучается роль анизотропного давления в купратах. Основой модели является представление о квазивырождении в основном валентном $^1A_{1g}(b_{1g}^2) - ^1,3E_g(b_{1g}e_u)$ -мультиплете в кластерах CuO_4 . Изменение T_c под давлением связывается с вибронной редукцией интеграла переноса локального бозона. Проведено моделирование эффективной массы бозона, установлена резкая немонотонность зависимости $T_c(p)$, показана возможность локального структурного перехода 1-го и 2-го рода под

действием давления, получены численные оценки анизотропного барического коэффициента.

5. Ю. Д. Панов Ю. Д., Т. В. Тюнина

УрГУ, Екатеринбург

"Топологические дефекты и неоднородное уширение линий ЯКР в купратах"

Ядерный резонанс (ЯКР, ЯМР) является одним из наиболее информативных локальных методов исследования сильнокоррелированных оксидов меди типа $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$, $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$, $\text{YBaCu}_3\text{O}_{6-x}$. Нами рассмотрен механизм формирования неоднородно уширенной линии ЯКР $^{63,65}\text{Cu}$, связанный с образованием в CuO_2 -плоскостях купратов электронно-дырочной бозе-жидкости и топологических дефектов, локализованных на центрах зарядовой неоднородности, создаваемых изовалентным замещением. Рассматриваемая модель позволяет объяснить большие флуктуации электрических полей на ядрах $^{63,65}\text{Cu}$, наблюдаемые в купратах, а также сложную форму линий ЯКР.

6. Ю. Н. Прошин, М. Г. Хусаинов

КГУ, Казань

"Конкуренция 1D и 3D состояний Ларкина-Овчинникова-Фульде-Феррелла в мультислоях ферромагнетик-сверхпроводник. Интерпретация экспериментальных данных"

Исследованы новые механизмы эффекта близости, связанные с мультикритическим поведением фазовых диаграмм слоистых систем ферромагнетик/сверхпроводник (FM/S). Дана количественная интерпретация немонотонного поведения температуры сверхпроводящего перехода T_c в зависимости от толщины FM-слоя d_f , наблюдавшегося в структурах $\text{Fe}/\text{Nb}/\text{Fe}$, $\text{Fe}/\text{Pb}/\text{Fe}$, Nb/Gd , Fe/V . Установлено, что в одних и тех же слоистых структурах в зависимости от величины параметров теории возможны качественно различные типы поведения $T_c(d_f)$.

4.3 Фазовые переходы

1. В. Л. Аксенов, В. С. Шахматов

ОИЯИ, Дубна

“Фазовые переходы в фуллереновых кристаллах”

Обсуждены фазовые переходы в различных фуллереновых кристаллах. Развита феноменологическая теория фазовых переходов в чистом кристалле C_{60} и фуллеридах AC_{60} ($A = K, Rb, Cs$). Предложена модель ориентационного фазового перехода в фуллереновых кристаллах [1]. Сделано обобщение стандартных теоретико-групповых методов [2] для учета ориентационных степеней свободы молекулы C_{60} при фазовых переходах в кристаллах. На основе предложенной модели [1], с помощью дифракции нейтронов и рентгеновских лучей, определены деформационные смещения атомов углерода в молекуле C_{60} при фазовом переходе в полимерноподобную фазу $Rpnm$ фуллерида RbC_{60} .

1. В. Л. Аксенов, Ю. А. Осипьян, В. С. Шахматов. Письма в ЖЭТФ, 62, 417 (1995); 64, 110 (1996); ЖЭТФ, 113, 1081 (1998).

2. Ю. А. Изюмов, В. Н. Сырмагитников. Фазовые переходы и симметрия кристаллов, М.: Наука, 1984.

2. А. И. Беляева, В. П. Юрьев

ФТИНТ НАНУ, Харьков

“Природа неоднородных магнитных состояний и фазовых переходов в сегнетоэластике-антиферромагнетике $RbMnCl_3$ ”

Визуализованы магнито-оптическим методом условия формирования и характерные особенности кристаллографических и магнитных неоднородностей сегнетоэластика - антиферромагнетика $RbMnCl_3$ в интервале $T = 4.2-300$ К и внешних магнитных полях до 10 кЭ. Установлено, что ниже температуры сегнетоэластического фазового перехода $T_N = 272$ К в кристалле формируется метастабильная двойниковая структура, образованная с участием всех возможных ориентационных состояний и двойниковых границ одного типа. Изучение оптического спектра поглощения отдельных доменов использовано для анализа АФМ структуры при температурах ниже $T_N = 94$ К. Полученные результаты позволили установить природу доменных границ, построить физическую модель сегнетоэластической доменной структуры и определить симметрию кристалла при низких температурах.

3. В. В. Вальков, Р. С. Гехт, И. Н. Бондаренко

ИФ СО РАН, Красноярск

“Метамагнитный переход в двухслойных треугольных антиферромагнетиках”

Исследованы магнитные свойства гейзенберговских двухслойных треугольных антиферромагнетиков с $S = 1/2$ при $T = 0$. Показано, что при определенном соотношении констант внутри- (J) и межплоскостного (J') обмена ($J \geq 3J'$) основным состоянием является кватерное состояние с нулевой намагниченностью на узле. При этом спины из соседних слоев образуют синглетные пары, отделенные цепью от триплетных возбуждений. Средние значения спинов обнаруживают поведение, аналогичное поведению в двухслойных квадратных решетках. Отличия проявляются в поведении щели в спектре возбуждений частиц во внешнем магнитном поле. Установлено, что вблизи фазового перехода продольные флуктуации соизмеримы с поперечными.

4. Р. С. Гехт, И. Н. Бондаренко

ИФ СО РАН, Красноярск

“Магнитное упорядочение и фазовые переходы в планарных антиферромагнитных системах с решеткой Кагоме”

Изучено магнитное упорядочение в планарных АФ системах с решеткой Кагоме. Показано, что в таких системах при учете взаимодействия следующих за ближайшими спинами теплоемкость имеет особенность при $T \neq 0$. На основе скейлингового анализа для конечных систем исследовано поведение термодинамических величин в окрестности фазового перехода. Установлено, что фазовый переход обусловлен нарушением дискретной и непрерывной симметрий, при которых дальний кривильный порядок и степенной трансляционный спиновый порядок возникают одновременно. Вычислены температуры перехода в различные (с тремя и девятью спинами на элементарную ячейку) упорядоченные состояния.

5. Ю. Б. Кудасов*, А. Г. Волков**, А. А. Повзнер**, П. В. Ваанкин**,
 А. И. Быков*, В. Г. Гук**, М. И. Долотенко*, Н. П. Колокольчиков*,
 М. П. Мопатов*, И. М. Маркевцев*, В. В. Платонов*, В. Д. Селемир*,
 О. М. Таценко*, А. В. Филишов*

*РФЯЦ - ВНИИЭФ, Саров

**УГТУ, Екатеринбург

**“Переход полупроводник-металл в FeSi
 в сверхсильном магнитном поле до 500 Тл”**

Исследована магнитная восприимчивость и проводимость монокристаллического моноси-
 лицида железа в сверхсильных магнитных полях до 500 Тл при низких температурах. Об-
 суждаются экспериментальные методики измерения проводимости и магнитной восприим-
 чивости. При температуре 77 К наблюдалось плавное увеличение проводимости моноси-
 лицида железа на два порядка по мере нарастания магнитного поля. При температуре 4.2 К
 обнаружен фазовый переход первого рода в поле 355 Тл, который сопровождался скачко-
 образным изменением магнитного момента на 0.77 тВ на атом Fe и переходом в фазу с
 высокой проводимостью.

6. А. К. Мургазев

ИФ ДНЦ РАН, Магачкала

**“Исследование критических явлений в моделях реальных магнетиков
 методами вычислительной физики”**

Предложены и методом Монте-Карло исследованы модели некоторых сложных магнит-
 ных материалов. Изучены статические и динамические критические свойства этих моде-
 лей. Рассчитаны критические индексы теплоемкости, восприимчивости, намагниченности.
 Расчет индексов выполнен как на основе аппроксимации Монте-Карло данных традицион-
 ными степенными функциями, так и на основе теории конечно-размерного скейлинга. В
 рассмотренных моделях обнаружены и изучены кроссоверные явления. Для моделей анти-
 ферромагнетика Cr_2O_3 выполнен расчет динамического критического индекса ν .

7. В. Ю. Трубицын, Е. И. Саламатов, С. А. Останин

ФТИ УрО РАН, Ижевск

**“Теоретическое изучение структурных фазовых переходов и
 термодинамических свойств Ti, Zr и Hf при высоких давлениях и
 температурах”**

Стабильность hcp , bcc и ω фаз металлов группы циркония (Ti, Zr, Hf) рассматривается
 с точки зрения минимума свободной энергии и потенциалов Гиббса. Вклад электронной
 подсистемы в термодинамические потенциалы рассчитывался первопринципным полупо-
 тенциальным методом линейных muffin-tin орбиталей (FP-LMTO). Полная энергия и энтро-
 пия фононной подсистемы вычислялась в модели Дебая-Грюнайзена. Параметры модели
 определялись из расчета полной энергии электронной подсистемы и зависели как от тем-
 пературы, так и от давления. На основании расчета построены P-T фазовые диаграммы
 Ti, Zr и Hf. Дополнительно, в рамках модели ‘замороженных фононов’ вычислены частоты
 колебаний Γ , N и L-фононов в Zr для различных давлений и температур. Показана корр-
 ляция между аномальным поведением этих фононных мод при воздействии температуры
 и/или давления и рассчитанной P-T фазовой диаграммой Zr.

8. В. Г. Шапуров, В. В. Колецов

ИРЭ РАН, Москва

**“Фазовые переходы в магнитных сплавах Ni-Mn-Ga; возможность управления
 их формой с помощью магнитного поля”**

Экспериментальные исследования структурного фазового превращения в ферромагнитных
 сплавах $Ni_{2-x}Mn_{1+x}Ga$ ($x = 0, 18 \div 0, 20$), в которых магнитный и структурный фазовые
 переходы сливаются в один переход 1-го рода, проводились в магнитных полях H до 140 кЭ.
 Обнаружено почти линейное нарастание температуры структурного перехода при увеличе-
 нии H с коэффициентом порядка 0,1 К/кЭ. Полученные значения смещения точки струк-
 турного перехода существенно превышают величину температурного гистерезиса струк-
 турного фазового перехода. Превышение гистерезиса позволило наблюдать обратимый струк-
 турный фазовый переход по H при постоянной температуре. Выполненный теоретический
 расчет хорошо согласуется с экспериментальными данными. Результаты являются новым

шагом к осуществлению управления размером и формой образцов этих сплавов при помощи магнитного поля.

4.4 Неупорядоченные системы

1. А. К. Аржников, Л. В. Добышева
ФТИ УрО РАН, Ижевск

“Влияние беспорядка и конфигурации ближайшего атомного окружения на орбитальный магнитный момент в сплавах переходный металл-металлоид”

Исследуется поведение орбитального магнитного момента в типичных сплавах металл - металлоид FeSi and FeSn. Проведены самосогласованные расчеты с использованием полно-потенциального метода декартизованных присоединенных плоских волн. Показано, что при анализе сверхтонких полей необходимо учитывать орбитальный вклад, который зависит от окружения и не является постоянным, как это обычно считается.

2. А. К. Аржников, М. А. Васин
ФТИ УрО РАН, Ижевск

“Долговременные затухания капельных возбуждений магнитной подсистемы на перколяционном кластере”

С помощью скейлинговых соотношений найдена автокорреляционная функция в виде $T[T \ln(t/t_0)]^{-\psi}$, где $\theta = 0.59$, $\psi = 0.89$ для двумерного случая, и $\theta = 1.257$, $\psi = 1.50$ для трехмерного случая. Полученные значения показателей подтверждаются прямыми численными расчетами.

3. А. В. Гапонцев, В. В. Кондратьев
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Диффузия водорода в сплавах с атомным и кристаллическим беспорядком”

Для описания диффузии водорода в неупорядоченных системах развит подход, который использует метод конфигурационных сумм и путем конкретизации парной функции вероятности соседств междоузлий позволяет учесть как химический, так и кристаллический беспорядок пор (междоузлий) по энергиям.

При этом в случае кристаллических бинарных и тройных сплавов оказывается возможным установить достаточно простую связь коэффициента химической диффузии водорода в неупорядоченных сплавах с соответствующими коэффициентами диффузии в чистых металлах.

Обобщение данного подхода на аморфные сплавы с ближним кристаллическим порядком соответствует введению локальных однородных искажений пор (квазимеждоузлий) и учету их корреляции. На основе гауссовой аппроксимации парной функции вероятности получены выражения для коэффициента диффузии водорода в аморфных металлах и сплавах с ближним порядком по типу ГЦК решетки. Установлено, что в пренебрежении корреляцией пор, существует однозначная связь коэффициента диффузии с парной радиальной функцией распределения атомов. Учет корреляции сказывается на температурной и концентрационной зависимостях коэффициента диффузии и позволяет сделать выводы о структуре аморфных сплавов на атомном и мезоскопическом уровнях.

4. А. Б. Грановский, Е. Гальщина, М. Кузьмичев, А. Юрасов
МГУ, Москва

“Магнитооптические спектры гранулированных сплавов”

В докладе в рамках различных модифицированных методов эффективной среды интерпретируются экспериментальные данные относительно магнитооптических спектров ферромагнитных гранулированных сплавов ‘металл-металл’ с гигантским магнитосопротивлением (ГМС), гранулированных сплавов ‘металл-диэлектрик’ с туннельным магнитосопротивлением, гибридных мультислоев, содержащих ультратонкие слои ферромагнитных частиц и прослойки диэлектрика. Обсуждается роль квазиклассического размерного эффекта, влияние интерференции и перколяции на форму спектров и величину магнитооптического отклика. Развита микроскопическая теория магниторефрактивного эффекта в гранулированных сплавах с ГМС и рассмотрены особенности этого эффекта для сплавов металл-диэлектрик. На основе микроскопических расчетов предсказана сильная нелинейность в полевых зависимостях магнитооптических эффектов в гранулированных сплавах и мультислоях с ГМС в ИК области спектра.

5. А. А. Иванов, В. А. Орлов, Г. О. Патрушев
КГПУ, Красноярск

“Эффективные параметры стохастической магнитной структуры в случайном поле анизотропии”

Проведен сравнительный анализ двух типов хаоса структурных неоднородностей: хаос размеров и хаос направлений локальных осей анизотропии. Изучено влияние каждого из упомянутых типов на особый вид стохастической магнитной структуры с характерным размером значительно превышающим характерные размеры неоднородностей и ширину доменной стенки в однородном материале (блочная магнитная структура). Показано, что упомянутые виды хаоса по-разному влияют на образование стохастической магнитной структуры. Данные виды беспорядков не взаимозаменяемы, и при исследовании свойств магнетика их следует рассматривать независимо.

6. А. А. Иванов, В. А. Орлов
КГПУ, Красноярск

“Нестационарная рябь намагниченности в ультрадисперсных ферромагнетиках”

Теоретически исследованы свойства стохастической магнитной структуры ультрадисперсных ферромагнетиков с позиций корреляционной теории случайных процессов. Показано, что процесс подстройки намагниченности под неоднородности локальной анизотропии может быть пространственно нестационарным. В случае присутствия различных типов беспорядка в поле анизотропии рассчитаны коэффициенты корреляции (КК) намагниченности слоистого образца. Аналитически показана независимость функционального вида КК от вида корреляционной функции неоднородностей. Результаты подтверждены в численном моделировании.

7. А. А. Иванов, В. А. Орлов, Г. О. Патрушев
КГПУ, Красноярск

“Эффективная анизотропия и спин-переориентационные переходы в ультрадисперсных ферромагнетиках”

В работе теоретически исследованы параметры эффективной анизотропии ультрадисперсных ферромагнетиков с учетом блочной структуры намагниченности. Получены аналитические соотношения для первой и второй эффективных констант анизотропии блоков. Отдельно проведен анализ влияния пространственных флуктуаций размеров неоднородностей при упорядоченном распределении направлений локальных осей анизотропии на параметры магнитной структуры и ориентационные переходы. А так же проведен сравнительный анализ влияния ориентационного хаоса. Построены фазовые диаграммы. Аналитически полученные зависимости подтверждены в численном моделировании.

8. М. А. Иванов, Б. А. Гринберг, Н. А. Кругликов
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Описание поведения дислокационной популяции с учетом размножения дислокаций и их превращений”

Получена система уравнений, которая включает в себя уравнения баланса для плотностей дислокаций различных типов и уравнение, описывающее работу дислокационных источников. Учитываются поля упругих напряжений дислокаций. Введены пороговые напряжения начала пластического течения и включения дислокационных источников. Предложен простой способ размытия этих напряжений. Удастся описать случаи высокой начальной плотности дислокаций и немонотонной температурной зависимости предела текучести.

9. Р. В. Сабурова, Г. П. Чугукова
КГТУ, Казань

“Линейная динамическая восприимчивость изинговского спинового стекла в поперечном поле при низких температурах”

Исследовано равновесное поведение реальной части линейной динамической восприимчивости квантовой d -мерной изинговской модели спинового стекла в зависимости от температуры и частоты внешнего переменного магнитного поля при очень низких температурах. Показано, что восприимчивость имеет максимум на кривой температурной зависимости при некоторой температуре “динамического замораживания” спинов. С ростом частоты эта

4.5 Магнетизм

1. Г. А. Альшанский

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Магнитные свойства системы примесных спинов железа в твердых растворах HgSe:Fe"

2. С. С. Аплеснин

ИФ СО РАН, Красноярск

"Исследование магнитных свойств слабозаимодействующих антиферромагнитных цепочек с альтернированным обменом со спином $S=1/2$ квантовым методом Монте-Карло"

Для слабозаимодействующих (J_2) антиферромагнитных цепочек со спином $S=1/2$ и альтернированным обменом ($J_1 \pm \delta$) определена аппроксимационная зависимость спонтанного магнитного момента на узле $\sigma/\sigma(0) - 1 = 0.71(\delta)\delta^{2.3(2)}$, фазовая граница антиферромагнетик-синглетное состояние $J_2/J_1 = 0.52(3)\delta$ в приближении самосогласованного подрешеточного молекулярного поля квантовым методом Монте-Карло. На основании вычисленных корреляционных радиусов двух- и четырехспиновой корреляционной функции, квадрата полного спина по продольным компонентам $\langle (S^z)^2 \rangle$, параметра димеризации и корреляционных функций между ближайшими соседями по продольным и по поперечным компонентам спина определены температура Нееля, температура спин-Пайерловского перехода в синглетное состояние. Вычислены спектр спиновых одно- и двухчастичных возбуждений, температурные и полевые зависимости щелей в спектре возбуждений. На основании Монте-Карло расчетов определены критические температуры и возможные энергетические щели в центре зоны, как для антиферромагнетиков CuWO_4 , Bi_2CuO_4 , так и для синглетных соединений $(\text{VO})_2\text{P}_2\text{O}_7$, CuGeO_3 , которые удовлетворительно согласуются с имеющимися результатами и предсказаны новые эффекты.

3. В. Д. Бучельников*, А. Т. Заяк*, В. Г. Шавров**

* ЧГУ, Челябинск

** ИРЭ РАН, Москва

"Фазовые диаграммы кубического ферромагнетика Ni-Mn-Ga в магнитном поле"

В работе проведено теоретическое исследование влияния внешнего магнитного поля на состояния кубических ферромагнетиков с эффектом памяти формы Ni-Mn-Ga (сплавы Гейслера). Целью исследования является определение принципов осуществления управляемого внешним магнитным полем эффекта памяти формы. Показано, что поле, приложенное вдоль 'легкой' оси намагничивания кристалла, понижает температуру мартенситного преобразования, а поле, приложенное вдоль 'трудных' осей повышает ее.

4. Н. В. Волкова*, Н. И. Коуров*, Ю. Н. Циовкин*, Л. Н. Тюленев**

* ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** УГТУ, Екатеринбург

"Магнитные и структурные свойства микро неоднородных сплавов $\text{PdFe}_x\text{Mn}_{1-x}$ "

Измерения температурных ($2 < T < 1200$ К) и концентрационных ($0 < x < 1$) зависимостей парамагнитности, парамагнитной и динамической восприимчивости, сопротивления и термоЭДС, а также рентгеноструктурные исследования показали, что в сплавах $\text{PdMn}_x\text{Fe}_{1-x}$ имеет место концентрационный фазовый переход из ферромагнитного в PdFe ($T_C = 700$ К) в антиферромагнитное в PdMn ($T_N = 100$ К) состояние. Этот магнитный фазовый переход сопровождается структурным превращением. Обнаружено, что в сплавах промежуточного интервала концентраций присутствуют две фазы типа L_{10} с разными соотношениями v/a . Параметры решетки этих фаз практически не изменяются с концентрацией и близки к величинам для исходных сплавов PdFe и PdMn . В магнитном отношении сплавы интервала концентраций $0.2 < x < 0.8$ состоят как минимум из трех фаз: ферромагнитной F_1 типа (как в PdFe), антиферромагнитной А-типа (как в PdMn) и неколинсарной F_2 -фазы, возникающей вблизи границ раздела F- и А-фаз.

5. Л. Э. Гончарь, А. Е. Нпкнфоров
УрГУ, Екатеринбург

"Расчет спектра антиферромагнитного резонанса в манганате лантана"

Работа посвящена теоретическому исследованию магнитных свойств манганита лантана. Найдены величины констант одноионной анизотропии, компонент g -тензоров. Построены зависимости компонент g -тензоров, одноионной анизотропии и обменных параметров от величины угла орбитального упорядочения. В результате расчетов получена магнитная структура (A_z, F_y, G_z) (в осях Pmpa), объяснены дисперсионные зависимости спиновых волн и спектры антиферромагнитного резонанса при низких температурах. Рассчитано поведение магнитной структуры во внешнем магнитном поле и поле спин-флор перехода.

6. В. И. Гребенников, С. А. Гудин
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Расчет магнитных свойств соединений R_2Fe_{17} ($R=Sm;Y$) с атомами замещения Si, Al и атомами внедрения C, N, H на основе динамической теории спиновых флуктуаций"

Изучено влияние спиновых флуктуаций на основные магнитные характеристики в материалах на основе двойных соединений R_2M_{17} с добавлением немагнитных элементов. Показано, что значение температуры Кюри определяется соотношением энергии обменного расщепления спиновых состояний (пропорциональной намагниченности при $T = 0$ К) и температурным коэффициентом флуктуаций, пропорциональным локальной спиновой восприимчивости.

7. М. Л. Григорьев
ПГТУ, Пермь

"Относительная интенсивность линий ядерной резонансной флуоресценции в ферромагнетиках"

Исследование пропускания гамма-излучения системой из магнитно поляризованных источника и поглотителя с различным направлением внутренних сверхтонких полей в ядрах мессбауэровского изотопа позволило установить, что линейно поляризованные гамма-лучи с определенной ориентацией вектора напряженности электрического поля наблюдаются при переходах в состоянии с $M_K = \pm 3/2$ и из этого состояния в основное. Такую систему можно рассматривать как гамма-лучевой поляриметр, в котором источник испускает линейно поляризованное гамма-излучение без отдачи, а при повороте магнитно поляризованного поглотителя последний оказывается прозрачным или непрозрачным для отдельных линий спектра испускания в зависимости от ориентации спинов в источнике и поглотителе.

В работах последних лет используются временные мессбауэровские спектры, в которых сверхтонкое расщепление уровней ядер активного изотопа определяется по частоте биений. Хотя и утверждается, что временные спектры аналогичны энергетическим с точностью до преобразования Фурье, однако частота биений переводится в энергетический спектр неоднозначно. Представляет интерес исследовать влияние на частоту биений внешних воздействующих факторов (ВВФ), как-то: радиочастотное электромагнитное поле, ультразвуковое возбуждение. В предлагаемой работе исследуется влияние ВВФ на частоту биений и относительную интенсивность линий временного спектра ядерной резонансной флуоресценции в ферромагнетике.

8. С. В. Гуденко

РНИИ Курчатовский институт, Москва

"ЭПР и магнитная фазовая диаграмма $(La_{1-x}Pr_x)_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ при изотопическом замещении кислорода"

Проведено ЭПР-исследование манганита состава $(La_{1-x}Pr_x)_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ ($0 < x < 1$) с изотопами кислорода ^{16}O и ^{18}O . Обнаружено существенное влияние изотопического замещения на параметры спектра ЭПР. Анализ данных ЭПР позволил идентифицировать магнитные фазовые переходы в ферро- и антиферромагнитное состояние и построить магнитную фазовую диаграмму. Наиболее сильное влияние изотопического замещения проявляется в области составов с $0.6 < x < 0.8$.

9. Л. Н. Котов
СГУ, Сыктывкар

"Естественные магнитоупругие взаимодействия в области спиновой перероентации в марганец-цинковой шпинели"

Исследовано затухание акустических волн в монокристаллах марганец-цинковой шпинели различной микроструктуры в области спиновой перероентации. Обнаружен естественный магнитоупругий резонанс в марганец-цинковой шпинели на низких частотах. Затухание волн объяснено на основании процессов релаксации магнитных моментов и естественного магнитоупругого резонанса во внутренних полях. Показана возможность регистрации ориентационных переходов по затуханию как квазиупругих, так и релаксационных мод. Экспериментально показан переход 'прецессионные-резонансные- релаксационные магнитоупругие моды' при увеличении частоты ультразвука.

10. Н. В. Куртина, Е. А. Кравцов, М. А. Мкляев, А. В. Семериков, В. В. Устинов
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Исследование сверхрешеток Fe/Cr методом зеркальной рентгеновской рефлектометрии"

Изучение сверхрешеток Fe/Cr вызывает огромный интерес ввиду большого числа новых физических свойств, обнаруженных в этих слоистых структурах. Принято считать, что природа новых физических эффектов, наблюдаемых в магнитных металлических сверхрешетках Fe/Cr, во многом определяется их структурными характеристиками, в частности толщиной слоев и структурой межслойных границ. Методы рентгеновской рефлектометрии хорошо подходят для изучения таких структур. Такие методы являются неразрушаемыми и позволяют получить важную структурную информацию. Сверхрешетки Fe/Cr были выращены на подложках MgO и Al₂O₃ методом молекулярно - лучевой эпитаксии на установке <Катунь - С> в Институте физики металлов УрО РАН. Структура сверхрешеток варьировалась путем изменения температуры подложки в процессе роста. Для определения структуры полученных сверхрешеток были проведены рентгеновские исследования по схеме Q - 2Q для длин волн 1,789 в диапазоне углов 1-12. В докладе изложены кинетический и динамический подходы к описанию рентгеновского рассеяния в идеальных сверхрешетках, которые использовались для обработки экспериментально полученных спектров для сверхрешеток Fe/Cr. Приводится сравнительный анализ результатов, полученных при применении разных методов обработки экспериментальных данных. Определяется степень совершенства исследуемых сверхрешеток.

11. В. В. Лесковец, Е. А. Туров
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Влияние электрического поля на спектр ЯМР в центроантисимметричных антиферромагнетиках"

На основе симметричного подхода исследуется влияние электрического поля E на спектр частот ЯМР антиферромагнетиков ромбоэдрической и тетрагональной сингоний, обладающих линейным магнитоэлектрическим (МЭ) эффектом. Показано, что, кроме тривиального влияния E на частоту ЯМР через суммарную намагниченность, обусловленную МЭ эффектом, существует также независимый механизм непосредственного влияния E на локальное поле на ядрах, которое, в частности, может приводить к дополнительному расщеплению частот ЯМР. Эффект рассмотрен в зависимости от обменной магнитной структуры и ориентационного состояния.

12. М. В. Магницкая, А. В. Цвященко, Л. Н. Фомичева, Е. Н. Ширанги
ИФВД РАН, Москва

"Новое магнитное соединение CaCo₂, синтезированное при высоком давлении. Расчет и эксперимент"

Методом ПП-ЛМТО рассчитаны электронные и магнитные свойства нового соединения CaCo₂, впервые синтезированного при высоком давлении 8,0 ГПа. В основном состоянии CaCo₂ является ферримагнетиком с высоким значением магнитного момента на атоме Co $1,5\mu_B$ ($\mu_{exp} = 1,75\mu_B$). Показано, что образованию CaCo₂ способствует s - d переход в подрешетке Ca при высоком давлении. Давление s - d перехода $p_c \approx 5 \div 7$ ГПа близко к экспериментально установленной нижней границе для p_c около 6 ГПа.

13. К. Н. Михалев*, А. П. Геращенко*, А. В. Авакьев*, А. Р. Кауль**

*ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** МГУ, Москва

"Зарядовое распределение и спиновая динамика в LaMnO_3 по данным ЯМР ^{139}La "

В исходном манганите LaMnO_3 записаны спектры ^{139}La в интервале температур 20-360 К, измерены времена спин-решеточной и спин-спиновой релаксации. Из анализа спектров в парамагнитной области получены компоненты тензора сдвигов и тензора градиента электрического поля (ГЭП). Полученная асимметрия ГЭП удовлетворительно согласуется с расчетом в модели точечных зарядов. Из анализа частотной зависимости скорости спин-решеточной релаксации в парамагнитной области температур показано, что эта величина определяется магнитными флуктуациями. Обсуждается поведение скоростей спин-решеточной и спин-спиновой релаксации при изменении температуры.

14. А. С. Овчинников*, А. Н. Титов*, А. В. Постников**, А. В. Куранов*

* УрГУ, Екатеринбург

** ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Роль гибридизации $\text{Ti}3d\text{-Me}3d$ в уменьшении величины магнитных моментов интеркалантных ионов Co^{2+} и Cr^{3+} в диселениде титана"

Многочисленные эксперименты по магнитным, структурным и кинетическим свойствам интеркалантных соединений показали, что важным свойством халькогенидов титана M_xTiS_2 ($\text{M} = \text{Mn, Fe, Co, Ni}$) и M_xTiSe_2 ($\text{M} = \text{V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu}$) является гибридизация d -состояний интеркаланта и зонных состояний решетки матрицы TiS_2 (TiSe_2). Недавние экспериментальные исследования влияния интеркаляции на структуру и магнитные свойства соединений Co_xTiSe_2 и Cr_xTiSe_2 , представляющих материалы интеркалированные легким (Cr) и тяжелым (Co) переходными металлами, позволяют выделить следующие особенности указывающие на существенную роль гибридизации d -состояний интеркалированного атома и зонных состояний решетки матрицы: 1) уменьшение параметра c_0 при увеличении содержания интеркаланта, что также типично для составов M_xTiTe_2 ($\text{M} = \text{Cr, Co}$); 2) свободные ионы Co^{2+} и Cr^{3+} обладают одинаковым спином $3/2$, однако их экспериментально измеренные моменты в парамагнитной температурной области отличаются почти в два раза. Результаты спин поляризованных релятивистских зонных расчетов для соединений Co_xTiSe_2 и Cr_xTiSe_2 показывают, что $3d$ -полосы интеркалантов можно разделить на две части: расположенную непосредственно ниже энергии Ферми ($0 \div 1$ эВ), гибридную с d -электронами титана, и лежащую глубже ($1.5 \div 6$ эВ), гибридованную с $4p$ -электронами атомов Se. Согласно этим же расчетам гибридизация $\text{Ti}3d$ и $\text{Me}3d$ состояний характеризуется повышенным вкладом 'spin-down' поляризованных зонных состояний d_{z^2} . В данной работе предложено объяснение экспериментов по уменьшению величины эффективного магнитного момента в парамагнитной области для интеркалантных ионов Cr^{3+} и Co^{3+} в селениде титана в рамках модели Андерсона для магнитных примесных ионов. Такой подход позволяет качественно объяснить уменьшение эффективного магнитного момента с ростом деформации решетки вдоль z -оси при невысоких концентрациях интеркаланта и разницу в величинах эффективных моментов ионов Cr^{3+} и Co^{3+} .

15. С. М. Подгорных

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Переход антиферромагнетик - ферромагнетик в интерметаллических соединениях

$\text{La}(\text{Fe}_{0.88-x}, \text{Co}_x, \text{Al}_{0.12})_{13}$ при изменении концентрации x , температуры и магнитного поля"

Анализ температурных зависимостей магнитных и тепловых свойств сплавов $\text{La}(\text{Fe}_{0.88-x}, \text{Co}_x, \text{Al}_{0.12})_{13}$ выполнен для антиферромагнитных (АФМ) с $x < 0.0075$ и ферромагнитных (ФМ) $x > 0.01$ составов. АФМ образец изучен в смешанном состоянии с индуцированным внешним магнитным полем заданным количеством ФМ компоненты. Низкая величина и температурная зависимость критического поля метамагнитного перехода позволяют предположить, что взаимодействие между АФМ и ФМ компонентами сплава осуществляется благодаря метамагнетизму коллективизированных электронов.

16. Б. И. Резер

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Температурная зависимость магнитных свойств ферромагнитных металлов с учетом реальной зонной структуры и спиновых флуктуаций”

17. В. С. Ромалов

ЧГУ, Челябинск

“Фазовые диаграммы ферромагнетика с ангармонизмом в упругой подсистеме с учетом второй константы анизотропии”

В работе теоретически исследована фазовая диаграмма структурных и магнитных фазовых переходов кубического ферромагнетика с эффектом памяти формы при учете первых двух констант магнитной анизотропии. Рассмотрен случай, когда температура структурного перехода меньше температуры Кюри. Показано, что учет второй константы анизотропии приводит к существованию новых фаз и фазовых переходов.

4.6 Нелинейность

1. А. В. Борисов, С. А. Зыков
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Интегрируемые модификации уравнения Неллинейного Шредингера и уравнения Ландау-Лифшица анизотропного магнетика”

В работе методом размножения интегрируемых уравнений получены интегрируемые модификации нелинейного уравнения Шредингера и уравнения Ландау-Лифшица анизотропного магнетика, описывающих нелинейные колебания в конденсированных средах. Модифицированные уравнения, содержащие нелинейную дисперсию, могут быть проинтегрированы методом обратной задачи рассеяния, поскольку процедура размножения интегрируемых нелинейных уравнений, предложенная авторами, позволяет калогически получить пары Лакса модифицированных уравнений. Представлены простейшие солитонные решения рассмотренных систем.

2. А. В. Борисов, Г. В. Безматерных (Хусаинова)
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Влияние внешних возмущений на структуру доменной границы в легкоплоскостных магнетиках”

Исследовано влияние малых возмущений на структуру 180-и градусной доменной границы в магнетиках с анизотропией ‘легкая плоскость’. Построена схема теории возмущений, позволяющая рассчитывать конфигурацию 180-и градусной доменной границы при наличии возмущения. В работе рассмотрены в качестве примера два типа возмущений: неоднородность анизотропии вдоль доменной границы и неоднородное внешнее магнитное поле. Расчеты показывают, что в случае слабой неоднородности в ‘легкой плоскости’ граница испытывает искажения, причем величина их прямо связана с шириной и амплитудой неоднородности. Показано, что неоднородное внешнее магнитное поле приводит к деформации доменной границы, зависящей от функции, задающей закон изменения поля. Проведен количественный расчет степени ‘изгиба’ доменной границы в магнитном поле.

3. Р. А. Истокин, Н. А. Микушина
УрГУ, Екатеринбург

“Перекрывание и перенос квантовых скирмионов”

Скирмион (солитон Белалина-Полякова) есть топологическое возбуждение в классическом двумерном гейзенберговском ферромагнетике. Квантовое состояние, в наибольшей степени соответствующее классическому скирмиону, есть произведение спиновых когерентных состояний с осями квантования, расположенными так же, как спины в классическом скирмионе. Нами найдены аналитические выражения для интеграла перекрывания и резонансного интеграла ‘жестких’ квантовых скирмионов. Для расстояний $R < 2\lambda$, где λ - радиус скирмиона: $S_{12} = \exp\left[-\frac{S\pi R^2}{r^2}\right]$, $I_{12}(R) = ES_{12}(R)$. Здесь S - спин, r - параметр решетки, E - энергия скирмиона.

4. А. С. Овчинников, И. Г. Бострем, Ю. А. Шабунин, Н. А. Микушина,
А. С. Москвин
УрГУ, Екатеринбург

“Аналитические и количественные расчеты топологических дефектов в классических анизотропных спиновых 2D системах”

Аналитически и численно исследуются условия существования локализованных топологических нелинейных возбуждений в обобщенной модели 2D заряженного квантового решеточного газа. В рамках квазиспинового формализма показано, что возможные типы решений нелинейных уравнений движения квазиспина описывают сосуществование локализованных и делокализованных зарядов (образующих сверхтекучие циркулярные токи). На основе численного решения этих уравнений найдены основные характеристики солитонных решений: энергии и числа локализованных зарядов. Дано аналитическое обоснование найденных зависимостей. С помощью метода Монте-Карло дан анализ нелинейных топологических дефектов в квантовом решеточном газе на квазиспиновой решетке с $S = 1$.

5. А. П. Танкеев*, М. А. Шамсутдинов**, А. Т. Харисов**

* ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** БГУ, Уфа

“Спин-переориентационные переходы и солитоны в антиферромагнетиках с магнитоэлектрическим взаимодействием”

Теоретически исследовано влияние внешних воздействий - магнитного и электрического полей, одноосного механического напряжения на магнитные фазовые переходы, характеристики магнитоупругих солитонов и солитонОВОГИБАЮЩЕЙ квазиферромагнитных волн, условия существования магнитоупругого резонанса Захарова-Бенни в тетрагональных легкоплоскостных антиферромагнетиках с магнитоэлектрическим взаимодействием. Определены зависимости областей устойчивости малоамплитудных солитонов от комбинированного влияния трех типов внешних воздействий. Обоснована возможность эффективного управления параметрами нелинейных волн с помощью внешних воздействий.

6. Б. Н. Филиппов, Л. Г. Корзунин

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Нелинейная динамика вихреподобных доменных границ с осциллирующей внутренней структурой”

На основе прямых численных методов проведено исследование нелинейной динамики доменных границ в магнитно-одноосных пленках с малым фактором качества и малым параметром затухания α . Исследования выполнены при строгом микромагнитном подходе с учетом всех основных взаимодействий, включая диполь-дипольное. Рассматривалась двумерная модель распределения намагниченности M , допускающая описание асимметричных доменных границ с вихревой внутренней структурой в пленках с плоскостной анизотропией. В динамическом отношении, в полях H больших некоторого поля H_c (поле бифуркации), такие стенки эквивалентны топологическим солитонам с внутренними степенями свободы [1],[2]. Исследования проведены на примере пленок пермаллоя с параметрами: $K = 10^3$ эрг/см³, (константа анизотропии) $A = 2 \cdot 10^{-6}$ эрг/см (параметр обменного взаимодействия), $M_s = 800$ Гс (намагниченность насыщения) при толщинах пленок $l = (0.05 \div 0.2)$ мкм в широкой области внешних магнитных полей H . Известно [1],[2], что в полях H больших H_c внутренняя структура стенок периодически (с периодом T) изменяется так, что происходит непрерывное динамическое преобразование асимметричных блоховских доменных стенок в асимметричные целевские и обратно с одновременным изменением киральности. Такие результаты получены для сравнительно больших параметрах затухания $\alpha \geq 0.02$. Для меньших затуханий ситуация становится более интересной. В этом случае помимо указанных периодических преобразований внутренней структуры возникают хорошо определяемые субпериодические (происходящие на доле периода T). Частота этих колебаний на один-два порядка (в зависимости от параметров вещества и величины $H - H_c$) выше частоты $\omega = 2\pi/T$ нелинейной динамической перестройки внутренней структуры доменных границ.

Мы установили, что при фиксированном внешнем магнитном поле, затухание существенно влияет на период T (при увеличении α период T увеличивается). В то же время, период субпериодических колебаний оказывается практически неизменным, но сами колебания постепенно подавляются. Указанные нелинейные колебания фиксируются как на мгновенных микроструктурах стенок, так и на скорости движения этих стенок.

1. Yuan S. V., Dertram H. N., Phys. Rev. B, v.44, N 22, p. 12395-12405.

2. Филиппов Б. Н., Корзунин Л. Г., ФТТ, 1996, т. 38, 8, с. 2442-2450.

7. М. А. Шамсутдинов*, Б. Н. Филиппов**, А. Т. Викмеев*

* БГУ, Уфа

** ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Микромагнитная теория намагничивания и динамика доменных границ в двухосных антиферромагнетиках”

Развита теория доменной структуры в легкоплоскостном тетрагональном антиферромагнетике с неоднородными внутренними магнитоэлектрическими и механическими напряжениями. Исследована перестройка доменной структуры во внешнем магнитном поле. Определены зависимости критических полей потери устойчивости 90- и 180-градусной доменной структур и кривой намагничивания от направленных внешних напряжений. Найдены зависимости частот трансляционных и пульсационных мод колебаний доменных стенок от внешнего магнитного поля, внутренних и внешних механических напряжений.

4.7 Электронный транспорт

1. Н. Г. Бебеня*, Р. И. Зайнуллина*, В. В. Машкауцан*, В. С. Гавико*,
В. В. Устинов*, Я. М. Муковский**, Д. А. Шулятев**

* ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** МИСиС, Москва "Эффект Холла в монокристалле $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{MnO}_3$ "

Приведены результаты исследования эффекта Холла в монокристалле $\text{La}_{0.8}\text{Ba}_{0.2}\text{MnO}_3$ в температурном интервале от 77 до 400 К. Дано обсуждение природы носителей заряда и колоссального магнитосопротивления.

2. В. И. Белевцев*, В. Б. Красовицкий*, D. G. Naugle**, K. D. D. Rathnayaka**,
A. Parasiris**

* ФТИИТ НАНУ, Харьков

** Department of Physics, Texas A&M University

"Анизотропия магнитосопротивления пленки $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x \approx 1/3$) при низких температурах"

Обнаружено резкое различие между поведением магнитосопротивления (MR) в магнитном поле, приложенном перпендикулярно (H_{\perp}) и параллельно (H_{\parallel}) к поверхности пленки, в пленке $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ ($x \approx 1/3$). При увеличении H_{\perp} MR сначала отрицательно (при $H_{\perp} \leq 4$ kOe), затем положительно ($4 \text{ kOe} \leq H_{\perp} \leq 12 \text{ kOe}$), и потом снова отрицательно при высоких полях. При увеличении H_{\parallel} MR положительно ниже $H_{\parallel} \approx 6$ kOe и отрицательно выше этого значения. В обоих случаях магнитное поле было перпендикулярно току. Анизотропное поведение такого типа имеет место только при низких температурах ($T \leq 18$ K). Кроме этого, мы обнаружили, что при температуре жидкого гелия сопротивление зависит от угла θ between H_{\parallel} и тока I следующим образом: $R(\theta)/R(0) = 1 + b \sin^2 \theta$, где $b > 0$. Наблюдаемое любопытное поведение анизотропии MR обсуждается с учетом следующих механизмов: (1) взаимной игры конкурирующих энергий анизотропии (анизотропия энергии формы и индуцированная напряжением), и (2) зависимость MR от угла между током и намагниченностью.

3. А. Г. Грошев, С. Г. Новокшенов

ФТИ УрО РАН, Ижевск

"Отрицательное магнитосопротивление и коэффициент Холла двумерной неупорядоченной системы"

Вычислены локализационные поправки к продольному R и холловскому R_{H} сопротивлению двумерной неупорядоченной системы. Получены их аналитические асимптотики в области слабых и классически сильных магнитных полей, проведен численный анализ. Наличие локализационных поправок в R_{H} противоречит общепринятой точке зрения. Они обусловлены не учитывавшейся ранее ларморовской прецессией замкнутых траекторий, которые обходятся электронами в процессе их многократного рассеяния на примесях. Их относительная величина имеет тот же порядок, что и в продольном сопротивлении R .

4. Р. И. Зайнуллина*, Н. Г. Бебеня*, В. В. Машкауцан*, В. В. Устинов*,
В. Г. Васильев**, Б. В. Слободин**

* ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** ИХТТ УрО РАН, Екатеринбург

"Тальвапомагнитные свойства манганитов лантана $\text{La}_{0.60}\text{R}_{0.07}\text{Sr}_{0.33}\text{MnO}_3$ "

Исследовано влияние легирующего редкоземельного иона на магнитные свойства, магнитосопротивление и эффект Холла манганитов лантана $\text{La}_{0.60}\text{R}_{0.07}\text{Sr}_{0.33}\text{MnO}_3$ (R--Ce, Eu, Gd). Особенности температурных зависимостей нормального коэффициента Холла и магнитосопротивления объяснены движением края подвижности при изменении температуры, приводящем к изменению числа носителей в делокализованных состояниях.

5. В. Б. Красовицкий*, В. И. Белевцев*, D. G. Naugle**, K. D. D. Rathnayaka**,
A. Parasiris**, В. В. Бобков***

* ФТИИТ ИАНУ, Харьков

** Department of Physics, Texas A&M University

*** ХГУ, Харьков

“Влияние беспорядка, индуцированного облучением электронами высоких энергий, на электронный транспорт и колоссальное магнитосопротивление в La-Sr-Mn-O пленке”

Изучено влияние дефектов кристаллической решетки на проводимость и колоссальное магнитосопротивление (CMR) в $\text{La}_{0.64}\text{Ca}_{0.36}\text{MnO}_3$ пленке (толщина 300 nm). Дефекты созданы облучением пленки электронами высоких энергий (около 6 MeV). Обнаружено, что разупорядочение кристаллической решетки в результате электронного облучения пленки приводит к значительному увеличению сопротивления пленки, но оказывает незначительный эффект на температуру ферромагнитного фазового перехода и величину CMR. Эти результаты подтверждают, что электронное облучение производит, главным образом, скорее точечные дефекты, чем изменение в допинге кислородным обеднением. Обсуждается соответствие результатов, полученных в модели двойного обмена и других теорий.

6. А. И. Крикунов, Ю. Ф. Огрип, П. Е. Зильберман П. Е., К. Хайде, Р. Эллиотт
ИРЭ РАН, Москва

“Особенности вольт-амперных характеристик магнитных туннельных переходов при больших токах”

В туннельных переходах типа ферромагнитный металл-диэлектрик-ферромагнитный металл мы изучали, как магнитное состояние зависит от туннельного тока. Было обнаружено, что вольт-амперные характеристики могут содержать петли тока как при малых, так и при больших токах, причем площадь петли возрастает с током. Представленные данные свидетельствуют о том, что появление петель можно объяснить локальным влиянием поляризованного по спину туннельного тока на магнитное состояние, а именно, на доменную структуру в ферромагнитных слоях.

7. С. Г. Новокшонов, А. В. Шпробков

ФТИ УрО РАН, Ижевск

“Эффекты слабой локализации в магнитосопротивлении и коэффициенте Холла в квантующем магнитном поле”

Вычислены локализационные поправки к продольному R и холловскому R_H сопротивлению двумерной неупорядоченной системы в квантующих магнитных полях, где они испытывают осцилляции Шубниковского типа. Получены аналитические асимптотики и проведен численный анализ их полевой зависимости. Величина локализационных поправок к обобщенным кинетическим коэффициентам растет пропорционально $B^{1/2}$, если уровень Ферми находится вблизи центра уровня Ландау.

8. В. В. Словицкая

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Кинетическое уравнение и граничные условия для электронов в металлических магнитных сверхрешетках типа Fe/Cr”

9. Е. А. Туров

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Нелинейный по электрическому току эффект Холла в антиферромагнетиках”

Предсказан новый гальваномагнитный эффект в проводящем антиферромагнетике, имеющем центр-антисимметричную магнитную структуру. Это нелинейный (квадратичный по электрическому току J) эффект Холла - поперечное к J электрическое поле E_x (разность потенциалов), даже в магнитном поле $B \rightarrow 0$. Эффект связан с членами типа $l_2 E_x$ в тензоре сопротивления $\hat{\rho}$ (L - вектор антиферромагнетизма). Они нарушают закон Ома, давая антисимметричные компоненты $\rho_{ij} = -\rho_{ji} \propto l_2 E_x$. Различные геометрические ситуации рассмотрены для тетрагональных (таких как тригидриды Fe_2TeO_6 , и т.д.) и тетрагональные (такие как оксиды Cr_2O_3 , и т.д.) кристаллов.

10. В. В. Щенников
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Фазовые переходы полупроводник-металл при высоком давлении до 30 ГПа”

Приведены результаты исследований электросопротивления, термоЭДС S и магнитосопротивления MR соединений II-VI, III-VI, III-V, также элементов IV, VI, VII групп при высоком давлении P до 30 ГПа. Показано, что индуцированные давлением структурные (до 4 фаз - у Te и HgTe) и электронные фазовые превращения в этих материалах могут приводить к изменениям как величины, так и знаков S и MR вследствие перестройки электронных зон и смены механизмов рассеяния носителей заряда. Обсуждаются закономерности изменения электронной структуры указанных материалов при изменении кристаллической решетки под давлением. Изучение различных классов вызванных давлением фазовых переходов металл-полупроводник открывает путь исследования электронной структуры материалов при нормальном давлении.

11. В. В. Щенников, С. В. Попова, В. И. Осотов
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Электрические свойства кристаллов Ga_2Te_3 , In_2Te_3 , $HgTe_{1-x}S_x$ при высоком давлении”

В кристаллах Ga_2Te_3 , In_2Te_3 и $HgTe_{1-x}S_x$, имеющих структуру сфалерита с различной дефектностью катионной подрешетки, исследованы изменения электросопротивления, термоЭДС и магнитосопротивления при электронных и структурных фазовых превращениях под давлением P . В Ga_2Te_3 и In_2Te_3 при $P > 4.4$ и 1.9 ГПа установлены фазовые переходы полупроводник-металл. В $HgTe_{1-x}S_x$ ($0.04 < x < 0.6$) с ростом x происходит переход бесщелевой полупроводник-полуметалл, а при $P > 1.2-1.5$ ГПа - переход в широкозонный полупроводник. Изменения электронной структуры и свойств объяснены в рамках существующих теоретических моделей.

4.8 Волны

1. А. В. Андриенко, В. Л. Сафонов

*РКЦ Курчатовский институт, Москва***"Исследование связанных фотон-фононных колебаний в системе "резонатор-образец" в условиях параметрического резонанса магнитоупругих волн"**

Показано, что при параллельной СВЧ накачке в системе (образец + резонатор + поле накачки) возникают новые нормальные моды, вместо прежних фононных + резонаторных. Связанные фотон-фононные колебания, исследуются с помощью зондирующих СВЧ и РЧ накачек. Наблюдается расталкивание спектров этих колебаний, аналогичное случаю линейного ФМР в СВЧ резонаторе. Разработан новый подход к теории, в котором параметрическая пара волн заменяется одним осциллятором.

2. А. В. Бабушкин, И. В. Бычков, В. Д. Бучельников

*ЧГУ, Челябинск***"Отражение электромагнитных волн от поверхности структуры ферродиэлектрик - ферромагнетик - металл"**

Теоретически исследовано нормальное отражение электромагнитных волн от поверхности слоистой структуры ферродиэлектрик - ферромагнитный металл, находящейся в постоянном внешнем магнитном поле. Рассчитаны амплитуды отраженной и прошедшей волн, а также коэффициент отражения. Показано, что коэффициент отражения принимает аномальные значения в зависимости от заданных параметров (толщины слоев, внешнее магнитное поле, частота электромагнитной волны). Численно рассчитаны частотные зависимости коэффициента отражения при различных параметрах и в области магнитных фазовых переходов.

3. Е. В. Бычков, В. Д. Бучельников, А. В. Бабушкин

*ЧГУ, Челябинск***"Связанные магнитоупругие и электромагнитные волны в антиферромагнетиках с анизотропным g-фактором"**

Исследован спектр связанных магнитоупругих и электромагнитных волн в антиферромагнетике со слабым ферромагнетизмом при учете продольной восприимчивости $\chi_{||}$, релаксации в магнитной подсистеме и анизотропии g-фактора. Получен тензор магнитной восприимчивости. Показано, что частоты связанных колебаний существенно зависят от анизотропии g-фактора. В области ориентационных фазовых переходов квазиферромагнитная ветвь имеет активацию, которая определяется внешним магнитным полем, $\chi_{||}$, анизотропией g-фактора, и взаимодействиями: Дзялошинского, дипольными и магнитоупругим.

4. Е. В. Бычков, В. Д. Бучельников, А. В. Бабушкин

*ЧГУ, Челябинск***"Черенковское излучение в ферродиэлектрике в области ориентационного фазового перехода"**

Теоретически исследовано Черенковское излучение заряженной частицы, движущейся в ферродиэлектрике, находящемся в области ориентационного фазового перехода (ОФП). Рассмотрены случаи изотропного и анизотропного ферродиэлектриков при учете частотной зависимости, диэлектрической и магнитной проницаемостей. Получены напряженности электромагнитного поля излучаемого в ферродиэлектрике движущимся зарядом. Показано, что в ОФП энергия частицы, идущая на излучение электромагнитных волн (область СВЧ) на несколько порядков превосходит эту же энергию вдали от ОФП.

5. Г. В. Вольф, Д. В. Федоров

*ФТИ УрО РАН, Ижевск***"Самосогласованный отклик электронной плотности Si(001) ГЦК пленки на внешнее электростатическое поле"**

6. Н. К. Данышин

ДФТИ, Донецк

"Обнаружение вклада продольных колебаний намагниченности в резонансные свойства SmFeO_3 "

Среди редкоземельных ортоферритов (РЗОФ) SmFeO_3 имеет рекордно высокую температуру спонтанной спиновой перероентации $T_2 - T_4 T_c \approx 480\text{K}$, что соответствует $\chi_{\parallel}/\chi_{\perp} \sim 0,7$. Это единственный ортоферрит, в котором удалось обнаружить эффекты проявления продольных колебаний в окрестности указанного спонтанного перехода. При $H = 0$ эти эффекты характеризуются величинами $\partial\nu/\partial T \approx 0,5 \text{ ГГц/К}$ и $\partial\nu/\partial H \approx 1,67 \text{ ГГц/кЭ}$, тогда как во всех остальных РЗОФ эти производные - нулевые [1].

[1]. В. Д. Бучельников, Н. К. Данышин, Л. Т. Цымбал, В. Г. Шавров. УФН, т.169, No 10, 1999.

7. П. Е. Зильберман, А. Г. Темиряев, М. П. Тихомирова

ИРЭ РАН, Москва

"Основная мода нелинейного спин-волнового резонанса в нормально намагниченных ферритовых пленках"

Теоретически и экспериментально исследованы моды нелинейного спин-волнового резонанса (СВР) в магнитных пленках. Показано, что с увеличением амплитуды колебания профиль основной (низшей по частоте) моды меняется - распределение возбуждения по толщине пленки становится все более однородным. Нелинейный сдвиг резонансного поля зависит от параметров закрепления спинов. В экспериментах наблюдалось, что с увеличением СВЧ мощности происходит сублинейный сдвиг резонансного поля основной моды, сопровождающийся суперлинейным ростом поглощенной мощности.

8. Д. А. Тарасенко, В. Д. Бучельников

ЧГУ, Челябинск

"Электромагнитное возбуждение ультразвука в сплаве с эффектом памяти формы"

Теоретически исследовано электромагнитное возбуждение ультразвука в кубическом кристалле Ni_2MnGa . Показано, что при внешнем магнитном поле H с ориентацией вдоль кристаллографической оси типа $[001]$ пик возбуждения продольного звука связан со спонтанной перероентацией вектора намагниченности в окрестности точки мартенситного превращения. Вблизи мартенситного фазового перехода в поле $H \parallel [110]$ наиболее эффективно будет возбуждаться поперечная звуковая мода, связанная с константой упругости C_{44} . Уменьшение упругой константы $(C_{11}-C_{12})/2$ вблизи температуры мартенситного перехода при $H \parallel [110]$ и $H \parallel [001]$ должно приводить к росту эффективности электромагнитно-акустического преобразования (ЭМАП) для медленной продольной моды. Основываясь на полученных результатах можно объяснить экспериментальную зависимость эффективности ЭМАП представленную в [1].

[1] А.Н.Васильев и др., ЖЭТФ, 98, 1990, С.1437.

9. А. Г. Темиряев, М. П. Тихомирова, П. Е. Зильберман

ИРЭ РАН, Москва

"СВЧ бистабильность в пленках железо-иттриевого граната"

Экспериментально исследован бистабильный характер поглощения СВЧ мощности при нелинейном спин-волновом резонансе (СВР) в пленках железо-иттриевого граната с большим градиентом поля одноосной анизотропии по толщине. Для основной (низшей по частоте) моды СВР показала возможность управления параметрами СВЧ бистабильности за счет выбора величины и направления поля намагничивания.

4.9 Структура

1. Е. А. Беленков

ЧГУ, Челябинск

“Структура углеродных кристаллитов нанометрического размера”

В результате экспериментальных исследований и модельных расчетов установлена взаимосвязь между размерами кристаллитов углеродных материалов и их структурой. Нанометрические размеры кристаллитов в углеродных материалах обуславливают отличие их структуры от структуры графита. Формирование структуры графита в углеродных материалах возможно только как следствие процесса увеличения размеров кристаллитов.

2. Е. А. Беленков

ЧГУ, Челябинск

“Влияние размерного фактора на формирование политипов”

Для фаз со слоистой структурой (карбида кремния, нитрида бора, сульфида цинка, алмаз и т.п.) на сегодня известно более 200 различных структурных модификаций, но механизм формирования того или иного политипа неясен. В результате компьютерного моделирования установлено, что межатомные расстояния в кристаллах нанометрического размера, образующихся в начальные моменты синтеза соединений меньше, чем в кристаллах размером более 10 нм. Это вызвано зависимостью межатомных расстояний от степени ковалентности связей. Например межатомные расстояния в кристаллах SiC нанометрического размера таковы, что вплоть до температуры 2500 С их структура должна быть кубической. Формирование же других политипов при высоких температурах осуществляется за счет фазовых превращений при увеличении размеров кристаллов.

3. Е. А. Беленков

ЧГУ, Челябинск

“Структура многослойных фуллеренов и нанотрубок”

Методами компьютерного моделирования изучены особенности структуры многослойных фуллеренов и углеродных нанотрубок. Установлено, что трехмерная структура многослойных углеродных частиц определяется их геометрической формой. Так для нанотрубок возможно существование пяти типов трехмерных структур составленных из трубок одинаковой хиральности (для степеней хиральности $k=0, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$). Межтрубочные расстояния для каждого из подтипов являются константами и существенно отличаются от значения d_{002} , характерного для структуры графита. Для многослойных нанотрубок, составленных из трубок произвольной хиральности, межтрубочные расстояния варьируются в широком диапазоне от 0.354 до 0.345 нм. Кроме того, методом атом - атомного потенциала было установлено, что разница в энергиях связи при различных взаимных сдвигах и разворотах вложенных нанотрубок незначительна (менее 1% энергии связи), что должно приводить к отсутствию порядка в их взаимном расположении.

4. М. М. Бржезинская*, Е. М. Байтшигер*, В. И. Кормплец**

* ЧГПУ, Челябинск

** ФТИ УрО РАН, Ижевск

“Инверсия π -зоны в ультратонких углеродных нанотрубках”

Представлены результаты изучения электронной структуры (3,3) и (4,4) углеродных зигзагообразных нанотрубок. Диаметры исследуемых трубок составляют 4.16 и 5.46 Å, соответственно. Расчёт энергетических зон нанотрубок выполнен самосогласованным методом линейных маффин-тин орбиталей с ‘полным’ потенциалом (FP-LMTO). Выполнены также расчёты зонной структуры графенового листа, являющегося в данном случае тест-объектом.

Дисперсия зон вблизи уровня Ферми качественно согласуется с аналогичной картиной для графенового листа. Обсуждается влияние искривления графенового листа на структуру зон вблизи уровня Ферми. Объяснение наблюдаемой дисперсии и плотности состояний проведено с учётом инверсии наиболее высоко лежащей валентной зоны у (3,3) нанотрубки.

Но в тоже время палицо и ряд отличий, а именно, для нанотрубки большего диаметра это снятие вырождения родственных зон на величину 0.5 эВ и смещение точек пересечения зон вниз по шкале энергий на 0.2 ÷ 0.9 эВ. Обусловлено это неэквивалентными состояниями двух соседних атомов углерода в зигзагообразной трубке, а также искривлением графенового листа при образовании нанотрубок. С уменьшением радиуса нанотрубки происходит

дальнейшее снятие вырождения π -зон, а также сужение зон вследствие чего происходит их выталкивание ближе к уровню Ферми.

5. В. А. Бурмистров, Д. А. Захарьевич, В. Ю. Рябышев

ЧГУ, Челябинск

“Фазовые превращения в системах $Sb_2O_5-Sb_2O_3-M_2O$ ($M = Na, K, H_3O, NH_4$)”

Исследованы фазовые превращения при нагревании соединений, образующихся при ионном обмене протонных группировок в гидрате пентаоксида сурьмы на ионы аммония. Исследованы процессы фазообразования в системе сложных оксидов сурьмы при нагревании. Построены фазовые диаграммы, определены структуры образующихся фаз. Измерена ионная проводимость полученных соединений.

6. С. И. Саунина, В. А. Тюменцев

ЧГУ, Челябинск

“Низкотемпературная рекристаллизация высокотемпературных углеродных материалов”

Изучены основные закономерности рекристаллизации углеродных материалов, содержащих входящую в структуру примесь серы. Показано, что формирование кристаллов графита в углеродном материале активно развивается при изменении его фазового и химического состава и стимулируется этими процессами. Предложена модель низкотемпературной рекристаллизации высокосернистых углеродных материалов, по которой стимулирование массопереноса при 1400-1600 С обусловлено появлением новой фазы-соединения на основе углерода и серы.

7. П. В. Семенов, Д. Н. Шибаленков, В. А. Тюменцев, С. А. Подкопаев

ЧГУ, Челябинск

“Особенности преобразования структуры ПАН-волокна в процессе высокотемпературной обработки”

Исследовано влияние структурных параметров высокомолекулярного углеродного волокна от скорости нагрева при высокотемпературной термомеханической обработке. Показано, что процесс формирования структуры развивается в небольшом промежутке времени и не зависит от скорости увеличения температуры при неизменном относительном удлинении и одинаковой механической нагрузке.

8. В. М. Чернов, Р. И. Валеев

ЧГУ, Челябинск

“Изучение лиотропных жидких кристаллов импульсным методом ЯМР”

На резонансе ядер ^{19}F исследованы двухкомпонентные лиотропные жидкие кристаллы на основе перфторнонаноата и дигидрофторнонаноата цезия в упорядоченной нематической фазе. Измерены времена релаксации T_2 и T_{2eff} в зависимости от температуры и ориентации образца в магнитном поле. Разработана модель релаксации, учитывающая положение и движение амфифильной молекулы внутри структурной единицы системы - мицеллы и движения мицеллы как целого.

9. И. А. Шереметьев

ЧГУ, Челябинск

“Теория чисел и структурная кристаллография”

Установлен новый класс диофантовых треугольников, применимых в кристаллофизике и практической рентгенографии кристаллов. В частности, показано, что базисные треугольники сеток высшей симметрии характеризуются целочисленными триадами - числами Денниса. Для квадратной сетки числа Денниса имеют смысл котангенсов внутренних углов ее базисных треугольников, в то время как для базисных треугольников гексагональной сетки числа Денниса определяются произведением соответствующих "котангенсов" на квадратный корень из 3 и всегда нечетны. Приводятся арифметические закономерности и формы чисел Денниса и для других сеток кубической решетки. Обсуждаются новые математические подходы к интерпретации белых рентгенограмм кристаллов (метод Лауэ), а также перспективы теоретико-числовой классификации кристаллических решеток.

10. Ш. Ш. Ягафаров
ЧГУ, Челябинск

“Кинетика коалесценции мелкодисперсного сульфида цинка в расплаве хлоридов металлов”

Исследована кинетика коалесценции сульфида цинка в расплаве хлоридов натрия и цинка. Установлено, что кинетика роста среднего размера кристаллов сульфида цинка описывается степенным уравнением, показатель степени в котором принимает значения от 3,5 до 6 при изменении объемной доли от 0,05 до 0,5. Высказано предположение, что увеличение показателя степени в кинетическом уравнении обусловлено сменой детерминированного массопереноса (теория Лифшица-Слезова-Варнера) случайным.

4.10 Магнитооптика

1. Д. Е. Гай

ФТИ УрО РАН, Ижевск

"Мультиплетность высокоэнергетических электронных переходов и ее влияние на спектры энергетических потерь электронов"

2. М. М. Кириллова, О. Н. Киселева, И. Д. Лобов, В. М. Маевский,
Л. В. Номерованная

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Оптика и магнитооптика МПС Fe/Cu со сверхтонкими слоями: связь с электронной структурой"

Методом эллипсометрии и с помощью измерения экваториального эффекта Керра (ЭЭК) изучены спектральные зависимости диагональной ϵ_{xx} и недиагональной ϵ_{xy} компонент тензора эффективной диэлектрической проницаемости многослойной системы Fe/Cu с толщинами слоев $t_{Fe} = (5 \div 20)$ Å и $t_{Cu} = (0,9 \div 14,4)$ Å. Обсуждается влияние $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения в слоях Fe на энергетический спектр электронов вблизи уровня Ферми. Определена критическая толщина слоя Cu при формировании γ фазы Fe. Установлено, что полые зависимости ЭЭК ($H \leq 10$ кЭ) для пленок с $t_{Fe} = 5$ Å, $t_{Cu} = (0,9 \div 7,5)$ Å имеют вид, характерный для структур с неколлинеарным магнитным упорядочением.

3. А. А. Махнев, Л. В. Номерованная

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Электронные переходы в $La_{(1-x)}D_xMnO_3$ ($D=Ca, Sr, Ba$) в спектральном диапазоне (0.1 : 5) эВ"

Оптические свойства монокристаллов $La_{1-x}D_xMnO_3$ ($D=Ca, Sr, Ba$) изучены эллипсометрическим методом. На основе кривых теоретических плотностей состояний дана интерпретация спектра оптической проводимости. Показано, что полоса поглощения при (0,2÷2) эВ, чувствительная к магнитному порядку и легированию, обусловлена электронными переходами в системе полос spin-up, а полоса при (2÷5) эВ является суперпозицией электронных переходов в обеих системах спиновых полос. Обсуждается влияние вакансий в лантановой подрешетке на электронную структуру $LaMnO_3$.

4. В. В. Устинов, И. Д. Лобов, В. М. Маевский, Л. Н. Ромашев

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Магниторефрактивный эффект в сверхрешетках Fe/Cr с неколлинеарным магнитным упорядочением"

На сверхрешетках Fe/Cr в ближней ИК области спектра измерен магнито-рефрактивный эффект в отраженном свете, обусловленный изменением магнитного порядка в сверхрешетках под действием магнитного поля. Установлены корреляция эффекта с величиной магнитосопротивления и влияние межзонных переходов на его спектральную зависимость. Показано также, что эффект возрастает с уменьшением угла падения света на образец.

5. Е. И. Шредер, М. М. Кириллова, В. П. Дякина

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"Аномалии оптических и электрических свойств сплавов Гейслера на основе кобальта"

Исследованы оптические свойства сплавов Гейслера Co_2YZ ($Y=Mn, Ti, V, Zr$; $Z=Al, Sn, Ga$) в области спектра (0,1÷5) эВ и электрические свойства при температурах (4,2÷400) К. Обнаружены аномалии в поведении диэлектрической проницаемости ϵ_{∞} в ИК диапазоне спектра и в температурной зависимости электросопротивления $\rho(T)$. Результаты исследований подтверждают предсказанное теоретически существование псевдощели в зонных спектрах сплавов и подчеркивают важную роль электронов проводимости при формировании магнитного порядка.

4.11 Экзотика

1. В. С. Воробьев, С. П. Малышенко
ОИВТ РАН, Москва

“О возможностях получения молекулярного сверхтекучего водорода”

2. А. А. Кокпп
ФТИ РАН, Москва

“Модель ядерного магнито-резонансного (ЯМР) квантового компьютера на основе антиферромагнитной структуры”

Рассматривается периодическая структура (для простоты одномерная цепочка) из двух подсистем ядерных спинов $I = 1/2$ только одного типа (гомоядерная спиновая система), образующаяся в антиферромагнетике во внешнем магнитном поле благодаря их сверхтонкому взаимодействию с магнитными моментами электронных оболочек атомов. Соседние ядерные спины в такой цепочке ориентируются противоположным образом и имеют различные резонансные частоты, определяемые постоянной сверхтонкого взаимодействия, величиной и ориентацией внешнего магнитного поля, взаимодействием ядерного спина с левым и правым соседними ядерными спинами. Различие резонансных частот ядерных спинов, соседи которых находятся в различных состояниях или имеются только с одной стороны, как на концах цепочки, и резонансных частот спинов с одинаковым состоянием обоих соседей, используется для управления с помощью соответствующих селективных резонансных радиочастотных импульсов как отдельными конкретными ядерными спинами, так и целой совокупностью, если их резонансные частоты одинаковы.

Описывается модель ЯМР квантового компьютера с архитектурой клеточного автомата на основе одной одномерной спиновой структуры и схема организации в ней квантовых логических операций. Модель обобщается на случай ансамбля большого числа параллельно работающих одномерных цепочек. Предполагается, что, размещая донорные атомы изотопа ^{31}P с ядерным спином $I = 1/2$ регулярным образом на расстоянии порядка 10 нм друг от друга в кремниевой или германиевой подложке, очищенной от изотопов с ненулевыми ядерными спинами, что под силу современной нанотехнологии, можно создать достаточно большой ансамбль искусственных одномерных антиферромагнитных структур рассматриваемого типа. Рассматривается также обобщение модели на двумерные и трехмерные антиферромагнитные и ферримагнитные структуры. Такого рода структуры возможно будут найдены среди известных полупроводниковых соединений единственного из редкоземельных элементов стабильного изотопа гулия ^{169}Tm , имеющего ядерный спин $I = 1/2$, со стабильными изотопами других элементов без ядерного спина, типа Tm_2O_3 , TmSi_2 , TmCe_2 , TmSe . Обсуждаются преимущества таких компьютеров перед другими вариантами твердотельных ЯМР квантовых компьютеров.

3. Ю. Г. Рудой
РУДН, Москва

“Обобщенная энтропия и неканоническое распределение в статистической термодинамике”

Построено неканоническое (негиббсовское) равновесное статистическое распределение $p_q(x)$ (x - переменная в фазовом пространстве, $q \geq 1$ - параметр Реньи). Использован принцип максимума для обобщенной энтропии Реньи - Цаллиса $S_q\{p(x)\}$ при условии фиксированной средней энергии $E\{p(x)\}$ (энтропия S_1 совпадает с энтропией Больцмана - Гиббса - Шеннона, а $p_1(x)$ - с распределением Гиббса). Обсуждаются физические приложения обобщенного распределения и его связь с динамикой в фазовом пространстве.

4. Н. К. Соловаров
КФТИ КНЦ РАН, Казань

“Относительность энергии гармонического осциллятора и фотонно-антифотонное представление электромагнитного поля”

Предположено существование собственных состояний гармонического осциллятора с отрицательной энергией - антифотонных состояний электромагнитного поля. Проведено полное (с учетом возможности отрицательной энергии) квантование гармонического осциллятора. Построены полные когерентные состояния одномодового поля, отождествляемые с квазиклассическим предельным одномодовым классическим полем. В таком состоянии энергия поля определена относительно атома-детектора, с которым резонансно взаимодействует поле.

Знак энергии определяется фазой поля относительно дипольного момента перехода атома и указывает направление переноса энергии: от поля к атому – энергия поля относительно атома положительна, или от атома полю – энергия отрицательна.

Предсказано экспериментальное проявление антифотонного поля в динамике атома, взаимодействующего с квазиклассическим резонансным полем.

4.12 Стендовые доклады

1. А. В. Ведяев, О. А. Котельникова, Н. Г. Пугач, Н. В. Рыжакова
МГУ, Москва

“Размерные эффекты в аномальной проводимости Холла многослойных магнитных структур с туннелированием”

Проведен квантово-статистический расчет аномального эффекта Холла в магнитном сэндвиче с туннельным контактом через тонкий диэлектрический слой. Кроме классического размерного эффекта, обнаружено два новых эффекта: один связан с зависимостью эффективного электрического поля в магнетике от прозрачности потенциального барьера диэлектрической прослойки для электронов при протекании тока перпендикулярно слоям структуры, другой возникает из-за влияния большого электрического поля в диэлектрике на движение электронов в прилегающих магнитных слоях.

2. А. В. Глебов, И. Е. Дикштейн, В. В. Коледов, Д. В. Косолапов,
А. А. Тулайкова, А. А. Черечукин, В. Г. Шауров
ИРЭ РАН, Москва

“Структурный и магнитный фазовые переходы в ферромагнитных соединениях Ni-Fe-Mn-Ga и Ni-Co-Mn-Ga”

Синтезированы и исследованы поликристаллические сплавы Ni-Mn-Ga, в которых структурный и магнитный фазовые переходы близки по температуре, а Ni частично замещен на Co или Fe. В обоих случаях наблюдается снижение температуры структурного перехода. В образцах с Co обнаружено увеличение гистерезиса структурного перехода и уменьшение коэффициента зависимости температуры структурного перехода от магнитного поля. Добавление Fe слабо влияет на характеристики перехода, но улучшает механические свойства. Исследованы зависимости напряжения от деформации. В образцах с содержанием Fe продемонстрирован эффект памяти формы.

3. Ю. Н. Горюстырев, М. И. Кацнельсон, А. Р. Кузнецов, А. В. Трефилов
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Микроскопическое исследование кинетики мартенситного перехода в реальном кристалле на примере циркония”

Методами численного моделирования в рамках микроскопического подхода (молекулярная динамика) исследована кинетика ОЦК - ГПУ перехода в Zr в присутствии дислокаций. Показано, что переход происходит бездиффузионно и осуществляется в два этапа: относительно длительное развитие неустойчивости длинноволновых акустических фононов и этап неустойчивости коротковолновых фононов. Упругие напряжения дислокации обеспечивают развитие неустойчивости при существенно более низких температурах, чем в идеальном кристалле.

4. А. К. Журавлев, М. И. Кацнельсон
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Нарушение состояния латтинжеровской жидкости в одномерной фрустрированной модели бесспиновых фермионов”

Проведено численное исследование основного состояния одномерной модели бесспиновых фермионов. Для заполнения $1/2$ изучены эффекты взаимодействия вторых ближайших соседей на переход металл-изолятор. Показано, что конкуренция между взаимодействиями первых и вторых ближайших соседей приводит к наличию аномально устойчивой металлической фазы, внутри которой существует область, не являющаяся латтинжеровской жидкостью.

5. В. Ю. Ирхин, А. В. Зарубин
ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

“Переход металл-изолятор, ферромагнетизм и эффект Кюндэ в модели Хаббарда (метод многоэлектронных операторов)”

В рамках $s-d$ обменной модели и модели Хаббарда с бесконечно сильным локальным взаимодействием рассматриваются расхожимости кондовского типа, обусловленные взаимодействием носителей тока с локальными моментами в сильно коррелированных электронных системах. Получена картина плотности состояний с пиком на уровне Ферми. Обсуждаются формирование ферромагнитного упорядочения и переход металл-изолятор.

6. Ю. В. Кудасов
РФЯЦ - ВНИИЭФ, Саров

"Вариационная теория сильнокоррелированных систем"

Представлена вариационная теория гутвиллеровского типа, учитывающая в явном виде сильный ближний порядок. Данный метод применен для исследования моделей Хаббарда и Кондо-Хаббарда. Показано сильное влияние ближнего порядка на энергию основного состояния.

7. К. Н. Михалев*, С. В. Верховский*, А. П. Геращенко*, А. Ю. Якубовский**,
А. П. Русаков***

* ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

** РИЦ Курчатовский институт, Москва

*** МИСиС, Москва **"Особенности динамики решетки в оксидах $Ba_{1-x}K_xBiO_3$ по данным ЯМР ^{39}K "**

Измерена скорость спин-решеточной релаксации ^{39}K в $Ba_{1-x}K_xBiO_3$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$). Обнаружено наличие максимума в поведении скорости спин-решеточной релаксации (T_1^{-1}) при изменении температуры. Температура максимума зависимости $T_1^{-1}(T)$ и его интенсивность возрастают при уменьшении концентрации калия. Подобное поведение скорости релаксации свидетельствует о существовании низкочастотных решеточных динамических искажений кристаллической решетки в этих оксидах. Обсуждается микроскопическая природа этих возбуждений.

8. В. В. Платонов, О. М. Таценко, Г. А. Домрачев

РФЯЦ - ВНИИЭФ, Саров

"Намагниченность $S60$ в сверхсильных магнитных полях до 800 Тл"

Измерена магнитная восприимчивость поликристаллического образца $S60$ в магнитных полях до 800 Тл при температуре 4.2 К. Обнаружены скачки магнитного момента, которые начинаются в полях 180 Тл. Данные результаты показывают на индуцированные магнитным полем фазовые переходы.

9. Л. И. Яковенкова, Л. И. Карькипа

ИФМ УрО РАН, Екатеринбург

"ЕАМ потенциалы межатомного взаимодействия и компьютерное моделирование дефектов в интерметаллиде Ti_3Al "

Для интерметаллида Ti_3Al со структурой DO_{19} предложены N -частичные потенциалы межатомного взаимодействия, полученные на основе метода "погруженного атома". Методом компьютерного моделирования с использованием этих потенциалов вычислены энергии поверхностных дефектов в плоскостях базиса, призмы и пирамиды. Проведен анализ трехмерных y -поверхностей и изокэнергетических контурных карт, и выявлены стабильные поверхностные дефекты, что позволило определить возможные типы расщепления сверхдислокаций в этих плоскостях.

5 Список участников: Российская федерация

5.1 Екатеринбург

5.1.1 Институт физики металлов УрО РАН

Альшапский Г. А.	Кучин А. Г.
Бебин П. Г.	Лесковен В. В.
Борисов А. Б.	Лобов И. Д.
Валиев Э.З.	Ляпилин И. И.
Верховский С. В.	Марченко В. В.
Волкова Н. В.	Махнев А. А.
Галонцов А. В.	Меньшенин В. В.
Герашенко А. П.	Михалев К. Н.
Гудин С. А.	Найт В. Е.
Долгих Д. В.	Николаев В. В.
Елохина Л. В.	Подгорных С. М.
Ефремова Н. Н.	Попова С. В.
Жураплев А. К.	Резер Б. И.
Зайнуллина Р. И.	Сагарадзе И. В.
Зарубин А. В.	Скрипов А. В.
Зыков С. А.	Скрябин Ю. Н.
Истомов Ю. А.	Словиковская В. В.
Ирхин В. Ю.	Степанов А. П.
Кобелев А. В.	Суркова Т. П.
Кобелев В. Л.	Танкеев А. П.
Кругликов Н. А.	Туров Е. А.
Киселев В. В.	Устинов В. В.
Кулеев И. Г.	Филиппов Б. Н.
Кузнецов А. Р.	Хусанпова Г. В.
Кузьмин Н. Ю.	Шредер Е. И.
Куркин М. И.	Щеппиков В. В.
Куртина И. В.	Яковенкова Л. И.

5.1.2 Институт теплофизики УрО РАН

Новоселова Т. В.

5.1.3 Институт электрофизики УрО РАН

Кокорина Е. Е. Медведев М. В.

5.1.4 Уральский государственный университет

Москвин А. С. Памятных Е. А.
Панов Ю. Д.

5.1.5 Уральский государственный университет (студенты и аспиранты)

Аввакумов И. Л.	Марвин С. В.
Бердников Д. С.	Мельникова Н. В.
Воронов Д. В.	Микуштина Н. А.
Галахов А. В.	Патраков А. В.
Голчарь Л. Э.	Попов С. Э.
Захаров А.	Синицын В. Е.
Зенков Е. В.	Соколов В.
Истомин Р. А.	Стригина Н. А.
Колдрашов Е. Н.	Тюнина Т. В.
Картагулов Л.	Чернышев В. А.

Чуфарова Е. В.

Шабунин Ю. А.

5.2 Ижевск

5.2.1 Физико-технический институт УрО РАН

Аржников А. К.

Кормилец В. И.

Вольф Г. В.

Новокшионов С. Г.

Гай Д. Е.

Трубицын В. Ю.

Грошев А. Г.

Федоров Д. В.

Добышева Л. В.

Широбоков А. В.

5.3 Казань

5.3.1 Казанский государственный университет

Прошин Ю. Н.

5.3.2 Казанский государственный технический университет (филиал, г. Чистополь)

Хусанов М. Г.

5.3.3 Казанский государственный технологический университет

Чугунова Г. П.

5.3.4 Казанский государственный энергетический институт

Сабурова Р. В.

5.3.5 Казанский физико-технический институт КНЦ РАН

Голышицев-Кутузов В. А.

Соловаров Н. К.

5.4 Краснодар

5.4.1 Кубанский государственный университет

Васильченко А. А.

5.5 Красноярск

5.5.1 Институт физики СО РАН

Аплеснин С. С.

Гавричков В. А.

Бондаренко И. Н.

5.5.2 Красноярский государственный педагогический университет

Иванов А. А.

Орлов В. А.

5.5.3 Красноярский государственный университет

Кузьмин Е. В.

5.6 Махачкала

5.6.1 Институт физики Дагестанского научного центра РАН

Муртазаев А. К.

5.7 Москва

5.7.1 ВНИИ неорганических материалов

Солощов А. З.

5.7.2 Гос. НИИ физических проблем (Зеленоград)

Елеонский В. М.

5.7.3 Институт радиотехники и электроники РАН

Зильберман П. Е.

Коледов В. В.

Темрязов А. Г.

Тихомирова М. П.

Черечукин А. А.

Шавров В. Г.

5.7.4 Институт физики высоких давлений РАН (Троицк)

Магницкая М. В.

Ширани Е. Н.

5.7.5 Институт физических проблем РАН

Суслов И. М.

5.7.6 Московский автодорожный институт

Тимофеев А. И.

5.7.7 Московский государственный университет

Грановский А. В.

Перов Н. С.

Прудникова М. В.

Пугач Н. Г.

Радковская А. А.

5.7.8 Объединенный институт высоких температур РАН

Воробьев В. С.

Кутель К. И.

5.7.9 Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)

Шахматов В. С.

5.7.10 Российский научный центр 'Курчатовский институт'

Андреев А. В.

Гуденко С. В.

Максимов Л. А.

5.7.11 Российский университет дружбы народов

Рудой Ю. Г.

5.7.12 Физико-технологический институт РАН

Кокян А. А.

5.8 Пермь

5.8.1 Пермский государственный технический университет

Григорьев М. Л.

5.9 Санкт-Петербург

5.9.1 Петербургский институт ядерной физики РАН

Малеев С. В.

5.10 Саров

5.10.1 Российский Федеральный Ядерный Центр - ВНИИЭФ

Кудасов Ю. Б.

Платонов В. В.

5.11 Сыктывкар

5.11.1 Сыктывкарский государственный университет

Котов Л. Н.

5.12 Уфа

5.12.1 Башкирский государственный университет

Харисов А. Т.

Шамсутдинов М. А.

5.13 Челябинск

5.13.1 Челябинский государственный педагогический университет

Байтингер Е. М.

Вржезинская М. М.

5.13.2 Челябинский государственный университет

Бабушкин А. В.

Романов В. С.

Беленков Е. А.

Саунина С. И.

Бурмястров В. А.

Семенов П. В.

Бучельников В. Д.

Тарасенко Д. А.

Бычков И. В.

Чернов В. М.

Заяк А. Г.

Шереметьев И. А.

Изергин Д. Б.

Ягафаров Ш. Ш.

6 Список участников: Украина

6.1 Донецк

6.1.1 Донецкий физико-технический институт НАНУ

Дальшин Н. К.

6.2 Киев

6.2.1 Институт теоретической физики НАНУ

Локтев В. М.

6.3 Харьков

6.3.1 Физико-технический институт низких температур НАНУ

Белевцев Б. И.

Веллепа А. И.

Безпосов А. В.

Гуржи Р. Н.

Косолиця А. М.

Красовицкий В. Б.

Посчанский В. Г.

Фертман Е. Л.

Ответственный за выпуск
доктор физ.-мат. наук Скрябин Ю.Н.