

КРАТКАЯ ВЫПИСКА
о важнейших результатах,
полученных Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН
в 1994 г.

Теоретические исследования

Установлена аналогия процессов перемагничивания ферромагнитных слоев и задачи Эйлера об устойчивости упругого стержня. Найдена последовательность пороговых полей потери устойчивости ферромагнитного слоя и обнаружена аналогия импульсного перемагничивания ферромагнетиков и динамической потери устойчивости упругих систем (Лаврентьев, Ишлинский). Показано, что ветви спектра магнитных колебаний неоднородно намагниченного слоя ферромагнетика проходятся не при нарастании частоты, а при нарастании поля после достижения очередного порога потери динамической устойчивости.

Полученные результаты позволяют объяснить и классифицировать накопленные экспериментальные данные по импульсному перемагничиванию ферромагнетиков.

Установленные закономерности позволяют понять процессы, происходящие при переключении в сверхсильных полях сегнетоэлектриков, жидких кристаллов, быстрой кристаллизации, фазовых переходах в несоразмерных и спиральных структурах, импульсных воздействиях на экосистемы, и ряде других ситуаций, когда время нарастания воздействия меньше времени релаксации системы. Сделан шаг к построению динамической теории катастроф.

Результат получен совместно с Институтом биофизики СО РАН

Показана возможность снятия вырождения в точке пересечения дисперсионных кривых двух волн в неоднородных средах с нулевым средним значением параметра связи за счет взаимодействия когерентной волны одной природы с флуктуационными волнами другой природы. Результаты приняты к печати (Phys. Rev., ЖЭТФ).

ТТТ

Проведено сравнение квантовой динамики в квазиклассической области параметров с классической динамикой и показано, что при условии развитого динамического хаоса квантовая система ведет себя как классическая лишь на логарифмически коротком по квазиклассическому параметру временном интервале, а на больших временах динамическое поведение становится чисто квантовым.

Развита последовательная динамическая теория для смешанных спиновых и бозонных систем многих степеней свободы, которая позволяет вычислять квантовые динамические поправки для средних значений физических величин не используя при этом явный вид волновой функции. При этом использован развитый ранее подход для анализа целого ряда хорошо известных в теории квантового хаоса динамических моделей: система невзаимодействующих двухуровневых атомов, помещенных в одномодовый резонатор, и находящаяся под воздействием внешнего резонансного поля; нелинейный осциллятор под действием периодического возмущения в режиме перекрытых нелинейных резонансов, и некоторые другие. Результаты опубликованы (Phys. Rev. A, 1994, v. 49, p. 4943; G. P. Berman, E. N. Bulgakov, D. D. Holm, Crossover-time in quantum boson and spin systems, Monograph: Lectures Notes in Physics, 1994, vol. m21, Springer Verlag).

ТНП

Физика твердого тела, высокотемпературная сверхпроводимость

Синтезированы композиты $(Y, Lu)Ba_2Cu_3O_7 + BaPbO_3$, представляющие собой модель искусственно созданной сети слабых связей. Транспортные свойства полученных композитов объясняются в рамках теории, учитывающей андреевское отражение носителей

на S-N границах. Показано, что вольтамперные характеристики поликристаллических ВТСП с “естественными” межкристаллическими границами и композитов с искусственными границами металлического характера можно описать в рамках единой модели, построенной на основе теории БКШ. Работы выполнялись в рамках программы “Высокотемпературная сверхпроводимость”.

СМП

Выполнен многоэлектронный расчет электронной структуры и плотности одночастичных состояний в диэлектрических оксидах меди с явным учетом ильных электронных корреляций для парамагнитной и антиферромагнитной фаз. Показано, что эффективный интеграл перескока $t_{ef} \sim t(n_o)^{1/2}$, где n_o - концентрация магнонов при нулевой температуре. Найдены изменения в плотности состояний при переходе парамагнетик - антиферромагнетик. Объяснено подобие концентрационных зависимостей точки Нееля в допированных оксидах меди при допировании n типа и диамагнитном замещении. Результаты опубликованы (Phys. Rev. **B49**, p. 9891, 1994; Physica C, v.228, p.81, 1994; Физика твердого тела, т. 36, с. 1307, 1994). Работы выполнялись в рамках программы “Высокотемпературная сверхпроводимость”.

ФМЯ

Развита статистическая модель последовательности фазовых переходов семейства кристаллов АСВХ₄. В рамках электростатического подхода вычислены константы взаимодействия между упорядочивающимися тетраэдрами ВХ₄. Проведены расчеты для двух представителей семейства: CsLiSO₄ и Rb₂ZnCl₄. Показано, что эти константы осциллируют с изменением расстояния как по знаку, так и по величине, что свидетельствует о наличии сильной конкуренции взаимодействий. Методом Монте-Карло получены фазовые диаграммы и термодинамические параметры кристаллов, хорошо согласующиеся с экспериментальными данными. Для несоизмерной фазы кристалла Rb₂ZnCl₄, кроме длинноволновой модуляции вдоль псевдогексагональной оси, предсказано существование коротковолновой модуляции структуры с периодом, равным периоду низкотемпературной сегнетоэлектрической фазы.

КФ

В интервале частот 8 - 80 ГГц при ориентации магнитного поля в плоскости, перпендикулярной тетрагональной оси, исследована низкочастотная ветвь антиферромагнитного резонанса в монокристалле Вi₂СuО₄. Частотно-полевая зависимость при T = 4.2 К типична для легкоплоскостных антиферромагнетиков со слабой тетрагональной анизотропией в этой плоскости. В отличие от подрешеточной намагниченности, не зависящей от температуры ниже 20 К, резонансные параметры (поле, ширина линии поглощения, анизотропия в базисной плоскости) сильно зависят от температуры в этой области. Результаты опубликованы (Solid State Communs., 1994, v. 91, p. 121).

РСМУВ

Разработана модель, корректно учитывающая влияние тепловых флуктуаций на форму линий в спектрах ЯМР и ЯКР несоизмерных кристаллов. Показано, что в отличие от ранее известных, предложенная модель позволяет объяснить аномальное поведение спектров ЯКР ¹²⁷I в несоизмерной фазе кристалла Cs₂ZnI₄. Результаты опубликованы (Письма в ЖЭТФ, 1994, т. 59, с.464).

РСД

Для системы спинов с эффективным гамильтонианом, созданным сильным радиочастотным полем, исследовано влияние флуктуаций частоты прецессии на вид спиновых временных корреляционных функций. Показано, что в приближении решеток

большой размерности эти флуктуации описываются двумя независимыми гауссовыми случайными процессами, один из которых входит в выражение для частоты прецессии через квадратичную функцию. Впервые получены выражения, позволяющие рассчитывать временные корреляционные функции для квадратичного гауссового шума с произвольной корреляционной функцией.

Исследованы закономерности магнитного экранирования ядер ^{19}F в гексафтортитановых ионах в различных кристаллических решетках, а также процессы заторможенной реориентации таких ионов в кристаллах.

Изучены микроскопические механизмы фазовых переходов в кристаллах $\text{ABF}_6 \cdot 6\text{D}_2\text{O}$. Установлено, что фазовые переходы в исследованных системах связаны с изменением характера реориентационной подвижности октаэдрических ионов $[\text{A}(\text{D}_2\text{O})_6]^{2+}$ в точке перехода.

РСА

Физика магнитных явлений

Исследованы спектры магнитооптического эффекта Фарадея в мультислойных пленках ферромагнитный металл - немагнитный диэлектрик. Обнаружено резонансное усиление эффекта в пленках системы кобальт/оксид кремния (на порядок и более по сравнению с однородными пленками кобальта) в ультрафиолетовой области. Изучена связь параметров резонанса со структурой пленок. Результаты опубликованы (ЖММ, 1994, v. 132, pp. 384-388) докладывались в качестве пленарного доклада на 14 Международном коллоквиуме по магнитным пленкам и поверхностям (Дюссельдорф, Германия, 1994).

ФМЯ

Исследованы аморфные кластерные суперпарамагнетики Fe-SiO. Предложена модель кластера и показано, что магнитные свойства образцов объясняются с учетом межкластерного взаимодействия и изменения внутривкластерного обмена. Определены величины обменных констант и размеры кластеров.

СМП

Разработана методика вакуумного осаждения нанокристаллических пленок 3d металлов при сверхвысоких скоростях конденсации. Полученные пленки характеризуются размерами структурных единиц менее 10 нм и обладают рядом необычных свойств. В них наблюдались метастабильные фазы (ОЦК фаза кобальта, ГПУ фаза никеля, сверхрешетки в пленках железа) с необычной динамикой структурных превращений. Проведены исследования физических свойств таких конденсатов с варьируемыми размерами структурных блоков, что дает информацию для развития реалистичной модели их структуры и получения новых материалов с заданными свойствами. Результаты опубликованы (ФТТ, 1994, т. 36, с. 970; Поверхность, 1994, т. 1, с. 105).

ФМП

Дано объяснение давно установленному, но не интерпретированному ранее ускорению суточного вращения Земли. Показано, что в изменениях скорости суточного вращения с характерными временами в миллионы лет, наряду с приливообразующими силами, играют важную роль перемещения масс внутри Земли, изменяющие ее момент инерции.

СМП

Оптика

Предсказаны и обнаружены экспериментально фотоиндуцированные изменения структурной упорядоченности жидких кристаллов, допированных люминесцентными

молекулами примеси. Результаты опубликованы (Письма ЖЭТФ, 1994, т. 59, с. 24; ЖЭТФ, 1994, т. 106, с. 767; Molecular Materials, 1994, v. 3, p. 187).

МС

Прикладные работы

Экспериментально и теоретически исследовано поведение собственных частот и добротности нерегулярных микрополосковых резонаторов в зависимости от величины и расположения резистивных участков на основе адгезионного подслоя хрома. Показана возможность эффективного подавления высших паразитных полос пропускания путем удаления участков адгезионного подслоя внутри полосок резонаторов. На основе проведенного анализа многозвенных микрополосковых фильтров с произвольной длиной области связи резонаторов разработаны и созданы оптимальные конструкции фильтров, имеющих заданную форму амплитудно-частотной характеристики (симметричную, с максимально крутым низкочастотным либо высокочастотным склоном).

ЭДСВЧЭ

Разработана технология получения магнитооптического носителя, позволяющая использовать явление прямой перезаписи без изменения длительности импульсов светового излучения в режимах записи и стирания, и не требующего использования внешнего магнитного поля как в режиме записи, так и режиме стирания. Проведены эксперименты по записи/стиранию информации импульсами светового излучения длительностью 15 нс. Работы выполнены в рамках государственной программы “Перспективные информационные технологии”.

ВП

Разработаны физические принципы нового способа разделения мелкодисперсных минералов с близкими магнитными свойствами в пульсирующих градиентных магнитных полях. Впервые для этого использовано различие магнитоанизотропных свойств разделяемых компонент. Показано, что метод позволяет получить концентраты черных и цветных металлов с минимальным для безотжиговых процессов содержанием серы (до 0.1%). Методика опробована на рудах и промпродуктах ряда месторождений и может эффективно использоваться для утилизации серы в черной и цветной металлургии, доизвлечения черных и цветных металлов из техногенного сырья.

МГП

Директор Института,
академик

К.С.Александров

Ученый секретарь,
к.ф.-м.н.

А.Н.Втюрин