



**ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МГУ имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

НАУЧНАЯ ТЕМАТИКА КАФЕДР ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ им. М.В.Ломоносова



**МОСКВА
2010**

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.В. ЛОМОНОСОВА
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**НАУЧНАЯ
ТЕМАТИКА**

КАФЕДР

**ФИЗИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА МГУ**

Москва
2010

Научная тематика кафедр физического факультета МГУ — 2010.

Издание подготовлено научным отделом физического факультета на основании материалов представленных кафедрами факультета.

М.: Физический факультет МГУ, 2010, 164 с.

В сборнике «Научная тематика кафедр физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова» представлена краткая информация об основных направлениях научных исследований, развиваемых на кафедрах физического факультета.

В XXI веке наука развивается стремительно, и это не может не отражаться на структуре научных исследований на физическом факультете. Начиная с 2000 года, на факультете создан целый ряд кафедр, некоторые кафедры изменили названия в соответствии с новыми научными направлениями. Все эти перемены нашли свое отражение в настоящем сборнике.

Это издание может быть полезным как при самом первом знакомстве с физическим факультетом, так и при выборе будущего научного направления студентами третьего курса. С электронным вариантом издания можно будет ознакомиться на сайте факультета <http://www.phys.msu.ru>.

Заместитель декана
физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
профессор

Н.Н. Сысоев

ОТДЕЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН А.А.Славнов

Основные научные направления:

Теория калибровочных полей и ее приложения к физике элементарных частиц

Исследуются проблемы квантования и построения вычислительных методов для калибровочно-инвариантных систем, к которым относятся электродинамика, объединенные модели слабых и электромагнитных взаимодействий, хромодинамика, теория гравитации. Изучаются не связанные с теорией возмущений методы квантовой теории поля, в частности, разложение по размерности группы симметрии модели.

Литература:

А.А.Славнов, Л.Д.Фаддеев. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. Изд. 2-е. М.: Наука, 1988.

Руководитель направления:

Академик А.А.Славнов.

Комната 1-80, тел. 939-3177.

Физические эффекты в квантовой теории поля, обусловленные внешними калибровочными полями, конечной температурой и плотностью вещества

Исследуются статистические свойства кварк-глюонной плазмы, фазовые переходы в адронной материи, процессы генерации масс частиц с учетом влияния внешних калибровочных полей, конечной температуры и плотности. Современные теории взаимодействий элементарных частиц предсказывают существование новых частиц, взаимодействие которых с обычными частицами (лептонами, кварками, фотонами) должно быть очень слабым. Исследуются различные процессы рождения новых частиц и их роль в астрофизике.

Литература:

А.А.Соколов, И.М.Тернов, В.Ч.Жуковский, А.В.Борисов. Калибровочные поля. М.: Изд-во МГУ, 1986.

И.М.Тернов, В.Ч.Жуковский, А.В.Борисов. Квантовые процессы в сильном внешнем поле. М.: Изд-во МГУ, 1989.

Руководители направления:

Профессор В.Ч.Жуковский, профессор А.В.Борисов, в.н.с. А.Е.Лобанов.

Комната 1-80, тел. 939-3177.

Коллективные физические явления и эффекты в системах частиц с электромагнитным взаимодействием

Исследуются коллективные физические процессы в системах частиц с электромагнитным взаимодействием. Разрабатываются континуальные методы теоретических исследований, основанные на классических и квантовых уравнениях баланса (локальных законах сохранения) заряда, массы, энергии-импульса, магнитного момента, дипольного момента и дополнительной физической информации, характерной для отдельных систем и выделенных процессов. Развиваются методы релятивистских классических и квантовых кинетических уравнений.

Литература:

А.А.Власов. Теория многих частиц. М.: Гостехиздат, 1950.

Н.Н.Боголюбов. Проблемы динамической теории в статистической физике. М.-Л.: Гостехиздат, 1946.

Руководитель направления:

Профессор Л.С.Кузьменков.

Комната Ц-75, тел. 939-1090.

Физика нейтрино и взаимодействие элементарных частиц в электромагнитных полях и плотном веществе

Развивается теория взаимодействия элементарных частиц в сильных внешних электромагнитных полях и плотных средах. На этой основе изучаются возможные новые эффекты, представляющие интерес для астрофизики и космологии. Исследуются закономерности взаимодействия нейтрино с веществом и электромагнитными полями в единых калибровочных моделях. Разрабатываются новые подходы к описанию осцилляций нейтрино в веществе и электромагнитных полях и изучаются различные астрофизические приложения. Изучаются новые возможности наблюдения нейтринных осцилляций в экспериментах с земными источниками нейтрино. Анализируются ограничения на фундаментальные характеристики нейтрино.

Руководитель направления:

Профессор А.И.Студеникин.

Комната 1-51, тел. 939-1617.

Фундаментальные частицы и взаимодействия

Теоретическое изучение поляризационных и структурных явлений в процессах рассеяния, аннигиляции и распада с участием дираковских фермионов, калибровочных векторных бозонов и ядер. Аналитические расчеты и анализ различных спиновых и структурных характеристик процессов. Проверка объединенной модели электромагнитного и слабого взаимодействий и моделей большого объединения сильного и электрослабого взаимодействий. Выявление возможных отклонений характеристик взаимодействия и поиск новых эффектов за стандартной моделью физики частиц.

Литература:

Д.Перкинс. Введение в физику высоких энергий. М.: Наука, 1991.

Руководитель направления:

Профессор Б.К.Керимов.

Комната 4-66, тел. 939-5389.

Магнетизм релятивистских заряженных бозонов и фермионов и проблемы бозе-эйнштейновской конденсации заряженных частиц конечной плотности во внешнем поле при конечной температуре

Исследование квантовых эффектов магнетизма релятивистских заряженных скалярных, векторных бозонов и фермионов во внешнем магнитном поле при конечных значениях температуры и плотности. Исследование проблемы бозе-эйнштейновской конденсации с учетом нестабильности вакуума и эффекта рождения пар векторных бозонов из вакуума при конечной температуре. Изучение модели вакуума электрослабой теории с учетом вышеупомянутых эффектов в однопетлевом приближении.

Литература:

Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Статистическая физика. Ч.1. М.: Наука, 1976.

V.R.Khalilov. Electrons in Strong Electromagnetic Fields: an Advanced Classical and Quantum Treatment. Amsterdam: Gordon & Breach, 1996.

Руководитель направления:

Профессор В.Р.Халилов.

Комната 1-80, тел. 939-3177.

Феноменологический анализ сильных взаимодействий

Странные частицы и гиперядра, потенциалы гиперон-нуклонного взаимодействия. Малочастичные ядерные и кулоновские системы, верхние и нижние оценки энергии. Ядра в экстремальных условиях.

Руководитель направления:

Доцент Н.Н.Колесников.

Комната 4-66, тел. 939-5389.

Квантовая гравитация и теория суперструн

Развитие новых представлений в теории гравитации и космологии на основе теории суперструн. Энтропия черной дыры и проблема конечного состояния. Переход черная дыра – фундаментальная струна. Черные кольца в многомерных теориях супергравитации. Гравитирующие солитоны с полями Янга-Миллса. Интегрируемые системы в супергравитации. Динамика струн и мембран с учетом излучения. Рождение частиц и поляризация вакуума в искривленном пространстве-времени. Топологические дефекты в ранней Вселенной. Космические суперструны. Космологические модели с большими дополнительными измерениями. Неабелевы поля в космологии. Струнные модели инфляции и темной энергии.

Литература:

Н.Биррелл, П.Дэвис. Квантованные поля в искривленном пространстве-времени. М.: Мир, 1984.

М.Грин, Дж.Шварц, Э.Виттен. Теория суперструн. М.: Мир, 1990.

Руководители направления:

Профессор Д.В.Гальцов, профессор Ю.В.Грац.

Комната 4-66, тел. 939-5389.

Калибровочная теория гравитации и суперсимметричные теории поля

Пуанкаре калибровочная теория гравитации: установление физической природы кручения, получение точных решений уравнений поля, построение космологических моделей, исследование уравнений движения классических и ми-

кроскопических тел, расчет экспериментов по обнаружению кручения, построение непротиворечивой квантовой калибровочной теории гравитации. Исследование суперсимметричных моделей квантовой теории поля. Создание комплексов аналитических вычислений, направленных на решение задач теории поля и физики элементарных частиц.

Руководители направления:

Доцент П.И.Пронин, в.н.с. Г.А.Сарданашвили.
Комната 4-59, тел. 939-5389.

Калибровочные и объединенные теории фундаментальных взаимодействий

В рамках обобщенных геометрических теорий пространства-времени исследуются проблемы описания и объединения фундаментальных физических взаимодействий. Разрабатывается и сопоставляется несколько подходов: геометрический (в рамках многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теорий Калуцы и Клейна, с использованием финслеровых геометрий, в пространствах с кручением и с сегментарной кривизной), реляционный (как в рамках классической унарной теории, так и в физике микромира в виде бинарной геометрофизики на основе теории бинарных систем комплексных отношений) и теоретико-полевой (на основе калибровочной теории физических взаимодействий).

Литература:

Ю. С. Владимиров. Геометрофизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.

Ю. С. Владимиров. Основания физики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

Руководитель направления:

Профессор Ю.С.Владимиров.
Комната 4-66, тел. 939-5389.

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ

Заведующий кафедрой — профессор В.Ф. Бутузов

Основные научные направления:

Теория сингулярных возмущений

Асимптотические методы построения приближения для решений с пограничными и внутренними слоями, асимптотическая теория контрастных структур, приложения теории сингулярных возмущений в химической кинетике, теории полупроводников, задачах исследования магнитных полей галактик, теории межфазовых переходов и др.

Литература:

Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений.- М.: Высшая школа, 1990 г.

Научные руководители:

Профессор А.Б. Васильева,
профессор В.Ф. Бутузов.

Комната 3-84, тел. 939-48-59.

Математические модели электродинамики и физики плазмы

Исследование математической теории дифракции акустических и радиоволн в различных средах, разработка сложных волноведущих систем, связанных с решением прямых задач и задач синтеза широкого класса радиофизических и оптических устройств с заданными спектральными характеристиками. Исследование волновых процессов в сильно диспергирующих средах, в частности построение и обоснование математических моделей динамики стратифицированной жидкости и ряд математических задач физики плазмы.

Литература:

- 1) Ильинский А.С., Кравцов В.В., Свешников А.Г. Математическое моделирование электродинамики.- М.: Высшая школа, 1991г.
- 2) Еремин Ю.А., Свешников А.Г. Метод дискретных источников в теории электромагнитной дифракции.- М. Изд-во МГУ, 1992г.

Научный руководитель

Профессор А.Г. Свешников.
Комната 3-82, тел 939-10-33.

Обратные и некорректные задачи математической физики

Разработка теории и численных методов решения обратных и некорректных задач. Нелинейные некорректные задачи. Задачи с априорными ограничениями. Обратные задачи астрофизики, колебательной спектроскопии, электронной микроскопии, обработка изображений.

Литература:

- 1) Тихонов А.Н., Гончарский А.В., Степанов В.В., Ягола А.Г. Численные методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1990.
- 2) Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. - М.: Наука, 1995.

Научный руководитель

Профессор А.Г. Ягола.
Комната 3-82, тел. 939-10-33.

Магнитная гидродинамика космической среды.

Развитие численных, асимптотических и комбинированных моделей генерации крупномасштабных магнитных полей в небесных телах (галактики, звезды, Солнце). Моделирование солнечного цикла.

Литература:

Зельдович Я.Б., Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д., Магнитные поля в астрофизике, Ин-т комп. технологий, М.-Ижевск, 1996.

Научный руководитель:

Профессор Д.Д. Соколов
Комната 3-82, тел. 939-10-33.

Методы геометрии Лобачевского в нелинейных задачах математической физики

Развитие геометрических методов исследования физически значимых нелинейных дифференциальных уравнений и связанных с ними задач. В основе подхода – разработка нового геометрического (гауссова) формализма для указанных уравнений, ассоциирующего их со специальными координатными сетями на плоскости Лобачевского. Развитие концепции неевклидовых фазовых пространств, установление общих эволюционных принципов для физических систем, описываемых уравне-

ниями из класса Лобачевского. Исследование по геометрической интерпретации нелинейных волн (в частности солитонов) в рамках изометрических погружений псевдосферических метрик в евклидово пространство.

Литература:

Позняк Э.Г., Попов А.Г. Уравнение синус-Гордона: геометрия и физика.-М.: Знание, 1991г.

Научный руководитель

Профессор А.Г. Попов

Комната 3-82, тел. 939-10-33.

КАФЕДРА БИОФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор В.А. Твердислов.

Основные научные направления:

Физико-химические процессы на границах разделов фаз

Экспериментальное и теоретическое исследование процессов на неравновесных границах разделов фаз, например, раствор-воздух, приводящих к перераспределению компонентов системы между объемными фазами и приграничными слоями. Биофизика клеточных и искусственных бислойных липидных мембран. Предбиологическая эволюция и происхождение биологических систем. Автоволновые режимы в эволюции экосистем, в частности, на границах разделов фаз.

Литература:

Твердислов В.А., Тихонов А.Н., Яковенко Л.В. Физические механизмы функционирования биологических мембран. – М., МГУ, 1987; Яковенко Л.В., Твердислов В.А. Поверхность Мирового океана и физические механизмы предбиологической эволюции. // Биофизика. 2003, т. 48, №6, с. 1137–1146.

Руководитель направления:

Твердислов Всеволод Александрович, профессор

Комната 5-68б, тел. 939-1195.

Биофизика фотосинтеза, регуляторные процессы в растительной клетке

Группа занимается изучением физических проблем, связанных с различными стадиями фотосинтеза высших растений. К ним относятся: теоретическое описание изменения во времени возбужденных состояний светособирающих пигментов, кинетика и механизмы переноса электронов, теоретическое описание регуляции фотосинтеза. В группе также проводятся экспериментальные и теоретические исследования кинетики быстрой и замедленной флуоресценции листьев растений в связи с задачами мониторинга растений и окружающей среды.

В подгруппе М.К. Солнцева проводятся исследования влияния экзогенных факторов на процессы запасаения и трансформации энергии зелеными растениями. В частности, с помощью регистрации A_T -полосы термолюминесценции установлено участие остатка гистидина-190 белка D1 реакционного центра ФС2 в альтернативном переносе электрона от искусственного донора дифенилкарбозида к P680.

Литература:

А.К. Кукушкин, А.Н.Тихонов. Введение в биологию фотосинтеза – М., МГУ.

Руководитель направления:

Кукушкин Александр Константинович, профессор.

Комната 4-71, тел. 939-2973.

Физика биоэнергетических процессов, электронный парамагнитный резонанс и его применения в исследовании физических, химических и биологических объектов, выявление роли кинетически неравновесных состояний белков в ферментативном катализе, а также в процессах энергетического сопряжения в митохондриях и хлоропластах высших растений

Литература:

Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М.: Наука, 1977г.

Руководитель направления:

Тихонов А.Н., профессор.

Комната 4-71, тел. 939-2973.

Колебательные и флуктуационные процессы в биохимических и физико-химических системах, теория биологической эволюции, история науки, исследование временных характеристик протекания ряда физико-химических и биологических процессов и выявлению корреляции флуктуаций их параметров с космофизическими факторами

Литература:

С.Э. Шноль.

Руководитель направления:

Шноль Симон Эльевич, профессор.

Комната 5-65, тел. 939-3025.

Биоэнергетика, физические аспекты патогенеза заболеваний сердечно-сосудистой системы, изучение свободнорадикальных центров и активных форм кислорода в клетках миокарда, изучение молекул – одноэлектронных переносчиков дыхательной цепи митохондрий при нормальной оксигенации и в условиях глобальной ишемии. Медицинская биофизика

Руководитель направления:

Рууге Энно Куставич, профессор

Комната 4-71, тел. 939-2973

Физика и биофизика водных систем, изотопные эффекты D₂O, термодинамика белков. Электрические свойства биополимеров. Исследование воды, специфически связанной с биополимерами, ее роли в стабилизации белков и липидных мембран. Исследование влияния слабых магнитных и электромагнитных полей на оптические характеристики разбавленных водных растворов белков, пептидов и воды.

Руководители направления:

Лобышев Валентин Иванович, профессор.

Комната 5-22, тел. 939-1687.

Биофизика фотосинтеза, биоэнергетика, электронный парамагнитный резонанс. Установление механизмов регуляции электронного транспорта в хлоро-

пластах, обусловленных трансмембранным переносом протонов в тилакоидах; исследование кинетики фотоиндуцированного транспорта электронов в хлоропластах, сопряженного с трансмембранным переносом протонов

Литература:

Кукушкин А.К., Тихонов А.Н.. Введение в биофизику фотосинтеза высших растений. – М., МГУ, 1988г.

Руководитель направления:

Тихонов Александр Николаевич, профессор.

Комната 4-71, тел. 939-2973.

Биофизика наносистем

Проводятся комплексные исследования структурных характеристик и физико-химических свойств в наноразмерных системах различной природы: биологических и искусственных мембранах, пленках Ленгмюра-Блоджетт, биогенных и синтетических полиэлектролитах и их комплексы, биокolloиды, различные неорганические наночастицы (металлические, полупроводниковые, оксидные, магнитные), нанокластеры, организованные органико-неорганические наноструктуры. Важной частью исследований является изучение процессов самосборки и самоорганизации в этих системах и выяснение возможностей управления такими процессами с целью их использования для разработки эффективных методов и подходов, обеспечивающих экономически и экологически рациональное получение новых наноструктурированных полимерных и композитных наноматериалов, а также организованных функциональных органико-неорганических наносистем.

С использованием разработанных методов получены новые организованные неорганические, органические, гибридные органико-неорганические, бионеорганические, биополимерные, композитные наносистемы различной размерности и нанопленочные наноструктурированные материалы, в том числе характеризующихся рекордными или уникальными структурными и/или функциональными характеристиками.

Руководитель направления:

Хомутов Геннадий Борисович, д.ф.-м.н., доцент.

Биофизика клетки

Исследования основаны на применении качественной теории нелинейных дифференциальных уравнений для построения математических моделей сложных клеточных и ферментативных систем. Дизайн лекарств.

Литература:

Иваницкий Г.Р., Кринский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки. – М.: Наука, 1978.

Руководитель направления:

Атауллаханов Фазоил Иноятович, профессор.

Комната 5-67, тел. 939-3025.

Системная биофизика

Исследование общих закономерностей поведения систем различной природы и с различными уровнями организации, разработка методов прогнозирования поведения систем с использованием нейронных сетей и методов анализа временных

рядов. Использование разработанных методов в исследованиях влияния экзогенных факторов (например, электромагнитных полей) на биологические системы, разработка методов управления состоянием биологических систем (в частности, немедикаментозные методы лечения).

Руководитель направления:

Твердислов Всеволод Александрович, профессор.
Комната 5-68б, тел. 939-1195.

Физика экологических систем

Стратегическая часть экологии направлена на решение глобальной проблемы контролируемого и управляемого существования человечества как составной части эволюционирующей биосферы. Практическая часть – на формирование рационального природопользования и охрану природы. Целью исследований является выявление причин нарушения экологической устойчивости биосферы как глобальной экосистемы и разработка путей их преодоления. Основные задачи: анализ и оценка количественных и качественных параметров порогового уровня допустимых возмущений в экосистемах вследствие природных катаклизмов и антропогенной деятельности, а также регенерационных возможностей естественных экосистем.

Руководитель направления:

Твердислов Всеволод Александрович, профессор.
Комната 5-68б, тел. 939-1195.

Биоинформатика

Научные интересы связаны с разработкой методов обратной задачи нелинейной динамики в анализе сердечной активности в норме и патологии, исследованием регуляции экспрессии генов бактерий *Rhodobacter sphaeroides* и кардиомиоцитов, применением кинетических моделей и непараметрического статистического оценивания.

Руководитель направления:

Иванов Павел Сергеевич, ст.н.сотр., к.ф.-м.н.

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАЕН Н.Н. Сысоев.

Научная проблематика – неравновесная молекулярная физика и физика кинетических явлений.

Основные научные направления:

Кинетические и газодинамические процессы в неравновесных средах

Современная молекулярная физика – это физика неравновесных явлений, протекающих в газах жидкостях, низкотемпературной плазме и т.д.

Непосредственные проявления этих эффектов встречаются при распространении ударных волн в газах и плазме, в процессах горения и детонации, в активных средах газовых лазеров, в атмосферных явлениях. При исследовании неравновесных процессов в молекулярной физике возникает ряд фундаментальных проблем, решением которых занимается это направление кафедры. Перечислим важнейшие из них.

1. Синергетика. Это наука о формировании и распаде структур. Здесь в настоящее время решаются две задачи: формирование вихревых гидродинамических структур в газовых лазерах, определяющих эффективность работы этих лазеров, и эволюция вихрей при энерговыделении во внутренние степени свободы с последующей релаксацией к равновесию (создание неравновесной теории вихрей)

2. Неравновесная гидро- и газодинамика. Одна из основных проблем связана с устойчивостью неравновесного газа. Границы устойчивости определяют границы существования первоначальной диссипативной структуры и начало формирования следующей структуры. К задачам такого типа, которыми занимается кафедра, относятся: возникновение теплового взрыва, устойчивость ударных волн, волн горения и детонации

3. Моделирование физических процессов горения. Эта область связана с охраной окружающей среды и противопожарной безопасностью. Здесь проводится компьютерный расчет полей температур и скоростей при горении воспламеняющейся жидкости. Без знания таких физических параметров невозможно построить эффективную теорию пожаротушения.

4. Решение перечисленных задач стало возможным, прежде всего, благодаря использованию новейших компьютерных методов, применение и усовершенствование которых интенсивно ведется на кафедре.

Проводимые работы лежат на стыке трех наук – молекулярной физики, физической газодинамики и физико-химической кинетики.

Литература:

1. А.И.Осипов, Н.Н.Сысоев, А.В.Уваров. Современная молекулярная физика. Неравновесный газ. МГУ. Физический факультет, 2006.

2. Осипов А.И., Уваров А.В. Физика неравновесного газа, Природа, №10, с.61-68, 2001.

3. Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н. Ударные и детонационные волны. Методы исследования, 2-ое изд. М.:Физматлит, 2006 г.

Руководители направления:

Сысоев Н.Н., Осипов А.И.

Неравновесная плазма-газодинамика

Это новая область науки, которая изучает сверхзвуковые потоки слабоионизованной неравновесной плазмы. Такие потоки встречаются в природных условиях (межзвездная и межпланетная среда, молнии, джеты и др. атмосферные явления); при разработке плазменных технологий и технических устройств (реактивные сопла, двигатели, коммутаторы, лазерные среды, плазменное напыление, резка) и в лабораторных экспериментах (газоразрядная плазма, импульсное воздействие на вещество, гиперзвуковые потоки).

Актуальными фундаментальными проблемами являются воздействие высокоскоростных потоков газа на неравновесную плазму, импульсное энергетическое воздействие плазменных образований на ударные волны, пограничный слой, обтекание тел. Большинство современных исследований в плазмодинамике ограничено изучением явлений в равновесной плазме. На кафедре молекулярной физики экспериментально и теоретически исследуются газодинамические и кинетические процессы в неравновесной плазме с учетом пространственной динамики среды. Анализируются молекулярные процессы при импульсных воздействиях на газоплазменные среды; устойчивость разрывов и пограничного слоя при импульсном локализованном воздействии. Исследуются взаимодействия объемных и поверхностных наносекундных разрядов с ударными волнами и структурированными пограничными слоями. Проводятся как экспериментальные, так и численные исследования (компьютерное моделирование) сверхзвуковых течений газа с импульсным энергоподводом.

Литература:

1. Ван Дайк. Альбом течений жидкости и газа. М. Мир, 1986.
2. Знаменская И. А., Гвоздева Л.Г., Знаменский Н.В. Методы визуализации в механике газа. М. 2001.
3. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Под редакцией В.М.Фортова в 4 томах. М, 2002.
4. А.И. Морозов. Введение в плазмодинамику. М. Физматлит. 2006.

Руководители направления:

Сысоев Н.Н., Знаменская И.А.

Динамика молекулярного движения и неравновесные процессы в жидкостях

Физика жидкости – одно из наименее изученных научных направлений. Экспериментальные работы в этой области опережают теоретические, создавая фундамент для теоретических исследований. Работы кафедры в этом направлении сосредоточены на экспериментальном исследовании молекулярных механизмов переносных свойств жидкостей. На основе новых, разработанных на кафедре методов теплофизических измерений проводится анализ структурных изменений в экзотических жидкостях – жидких металлах при высоких температурах. Оптическими методами (рефрактометрия, эллипсометрия, спектроскопия оптического смешения) исследуются фазовые переходы в объеме и на поверхности в бинарных смесях органических жидкостей в окрестности критической температуры. Изучается сдвиг объемной кривой сосуществования, возникающий в бинарных системах при большой площади поверхности жидкость-пар. Исследуются поверхностные переходы смачивания и предсмачивания в системах с различной полярностью компонент, возникновение межфазных течений в системах с фторуглеродами, одно- и двухслойная структура смачивающих слоев.

Разрабатываются новые модельные подходы в описании линии сосуществования расслаивающихся жидких систем. Развитые на кафедре методы расчета свойств жидкостей и газов на основе термодинамической теории подобия успешно дополняют возможности традиционных способов расчета на основе молекулярно-кинетической теории. Разрабатываются компьютерные методы расчета водных систем.

Литература:

1. Физика простых жидкостей. Под ред. Г.Темперли, Дж.Роулинсона, Дж. Рашбрука. М.: Изд. «Мир». 1971.
2. К. Крокстон. Физика жидкого состояния. Статистическое введение. М.: Изд. «Мир» 1978.
3. Дж. Роулинсон, Б. Уидом. Молекулярная теория капиллярности. М.: «Мир». 1986
4. Л.П.Филиппов. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. М.: Изд. МГУ. 1988.
5. Г.А. Мартынов. Проблема фазовых переходов в статистической механике. УФН. 1999. Том 169, № 6. С. 595-624.
6. И.Пригожин, Д.Кондепуди. Современная термодинамика. М.: Изд. «Мир» 2002.

Руководитель темы:

кандидат физ.-мат. наук, доцент Л.А.Благонравов.

комн. 2-22, тел. 939-43-88

Молекулярная подвижность и межмолекулярные взаимодействия в различных жидкостных средах

Исследуются лиотропные системы, к которым относятся водные растворы заряженных макромолекул, в том числе белков различного типа, включая белки крови, лимфы, коллагена, лизоцима и др. Спектральная плотность тепловых флуктуаций, определяемая различными видами молекулярного движения и характером межмолекулярных взаимодействий, изучается с помощью оптических методов – рэлеевского рассеяния света, фотонно – корреляционной спектроскопии, поляризации флуоресценции и др. Анализируются оптические свойства растворов биополимеров при изменении параметров, таких как температура среды, величина и знак поверхностных зарядов макромолекул, концентрация компонент раствора, в том числе ионов металлов с различными ионными радиусами.

Результаты исследований используются для разработки методов медицинской диагностики и экологического мониторинга водных растворов, содержащих тяжелые металлы.

Литература:

1. Г.П.Петрова. Анизотропные жидкости. Биологические структуры. М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, Физический ф-т, 2005.
2. Г.П.Петрова. Оптические спектральные методы исследования жидкостей и растворов. М.:МГУ им. М.В.Ломоносова. Физический ф-т, 2008.

Исследование реальной структуры твердых тел, процессов возникновения и эволюции структурных дефектов при различных внешних воздействиях и их влияния на физические свойства твердых тел

Теория совершенных (или идеально периодичных) кристаллов, созданная трудами Борна и др., оказалась не в состоянии дать удовлетворительного объяснения таким свойствам твердых тел, как поведение под нагрузкой, явлению роста кристаллов, рекристаллизации, диффузионным свойствам и др. Это так называемые структурно – чувствительные свойства, которые определяются наличием тех или иных дефектов структуры кристаллов.

Под действием внешних полей могут изменяться концентрация дефектов, их состояние и характер взаимодействия, что приводит к изменению физических свойств кристаллов. Взаимодействие полей со структурными дефектами в твердых телах относится к числу фундаментальных, актуальных для современной физики твердого тела проблем. Данные о влиянии полей на структурные дефекты открывают возможность управлять свойствами твердых тел в процессе их обработки и позволяют предсказать возможные изменения их свойств при эксплуатации.

На кафедре экспериментально и методами моделирования на ЭВМ изучаются закономерности взаимодействия и эволюции структурных дефектов (в особенности термодинамически неравновесных – дислокаций), возникающих при различного рода воздействиях (пластическая деформация, ультразвуковое воздействие, действие света и др.) на кристаллы с различными типами сил связи.

Результаты исследований позволяют предсказать, как будут меняться структурно – чувствительные свойства твердых тел при различных внешних воздействиях, и дать рекомендации для создания материалов с заранее заданными свойствами.

Литература:

1. А.А.Предводителев, Н.А.Тяпунина, Г.М.Зиненкова, Г.В.Бушуева. Физика кристаллов с дефектами. М.:Изд-во Моск. Ун-та, 1986.
2. Тяпунина Н.А., Наими Е.К., Зиненкова Г.М. Действие ультразвука на кристаллы с дефектами. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1999.

Руководитель направления:

Проф. Н.А.Тяпунина.

Комн 2-21.

На базе образованной при кафедре молекулярной физики **лаборатории молекулярных наноструктур** на современном технологическом оборудовании:

Проводятся работы по созданию новых классов твердотельных наноструктур, перспективных для применения в областях нанотехнологий, наноэлектроники, телеметрии и телекоммуникации.

Разрабатываются физические основы диагностики наносистем и нанометрологии.

Анализируются возможности формирования наноразмерных гетероструктур из углеродных материалов с заданными свойствами (нанотопология). Проводятся исследования, направленные на разработку физических основ баллистической твердотельной электроники.

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор А.М. Салецкий.

Основные научные направления:

Лаборатория молекулярной спектроскопии и люминесценции

В научной группе профессора доктора физ.-мат наук А.М. Салецкого проводятся исследования сложных молекулярных соединений и биологических систем опико – спектральными методами.

Основные научные направления исследований:

1. Исследование процессов комплексообразования белковых макромолекул под действием низкомолекулярных солей тяжелых металлов (в частности, под действием хлорида цезия).
2. Изучение конформационных перестроек макромолекул сывороточного альбумина человека при денатурации под воздействием химических денатурирующих агентов (в частности, под воздействием додецилсульфата натрия).
3. Изучение механизмов взаимодействия молекул сывороточного альбумина человека с различными органическими лигандами и определение центров связывания на белке, ответственных за взаимодействие с этими лигандами.
4. Исследование повреждающего действия ишемического инсульта на компоненты крови животных (на липопротеины низкой плотности).
5. Исследование защитных адаптационных механизмов (хирургического ишемического прекондиционирования, медикаментозного прекондиционирования), уменьшающих повреждение тканей головного мозга при ишемическом инсульте, по оценке повреждения компонентов крови (липопротеинов низкой плотности).

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. А.М. Салецкий

комн. 4-21.

Научная группа доц. Бориса Дмитриевича Рыжикова входит в состав лаборатории молекулярной спектроскопии и люминесценции.

В группе, руководимой доц. Б.Д. Рыжиковым, развивается новое направление в области исследования воды и водных растворов, существенно неравновесных самоорганизующихся систем, обладающих высокой чувствительностью к слабым внешним физическим полям. Исследования ведутся спектрально-люминесцентными и абсорбционными методами с использованием аппаратуры как отечественного, так и зарубежного (Япония, Германия) производства. Основное внимание уделяется изучению долговременных релаксационных процессов, происходящих при переходе системы из одного структурного состояния в другое, под воздействием внешних физических полей (магнитное поле, рентгеновское, ультрафиолетовое и видимое излучение, тепловое воздействие).

Существенным результатом является обнаружение полиморфизма структур, каждой из которых соответствуют свои люминесцентные характеристики. Часть исследований ведётся в сотрудничестве с кафедрой биофизики. Результаты исследования важны для медицины, биологии и экологии. Они имеют важное прикладное значение и существенно влияют на формирование фундаментальных представлений в теории конденсированных сред. Флуоресцентные методы исследования находят широкое применение в медицине. В частности, использование флуоресцентных меток позволяет получать важную информацию о состоянии белков крови. Например, с помощью гидрофобного зонда можно определить связывающую способность альбумина, который является переносчиком малорастворимых в крови веществ. На его долю приходится перенос кальция, жирных кислот, большинства лекарственных препаратов. По изменению связывающей способности альбумина можно судить о степени интоксикации организма и использовать его в качестве прогностического теста при лечении тяжёлых хронических заболеваний.

Руководитель направления:

доцент, к.ф.-м.н. Б.Д.Рыжиков

тел. 939-30-19, комн. 2-75

Научная группа доц. В.И. Южакова входит в состав лаборатории молекулярной спектроскопии и люминесценции.

Основные направления исследований:

- Межмолекулярные взаимодействия в полимерных средах и растворах сложных органических веществ и влияние этих взаимодействий на оптические свойства таких систем.

- Изучение растворённого органического вещества в природной воде.

Растворённое органическое вещество, которое содержится во всех типах вод, служит естественным индикатором при изучении процессов смешения различных типов воды (в устьях рек, на границах океанических течений). Оно может быть использовано при изучении таких глобальных процессов как перенос вещества между океаном, атмосферой и литосферой. В группе выполняются работы по экологической тематике, связанные с контролем содержания нефтепродуктов в морской воде.

Перечисленные исследования выполняются спектроскопическими методами (используются спектры поглощения и люминесценции, метод насыщения люми-

несценции при импульсном лазерном возбуждении), группа располагает соответствующей оптической аппаратурой.

Руководитель направления:

доцент, к.ф.-м.н. В.И.Южаков

тел. 939-36-90, комн. 1-82.

Биофизика фотосинтеза и экология

Основные направления исследований:

- Люминесценция листьев растений и её связь с фотосинтезом;
- Мониторинг растительных объектов и проблемы экологии;
- Физиолого-биофизические аспекты фитоиммунитета;
- Математическое моделирование фотосинтеза.

Фотосинтез представляет собой важнейший биоэнергетический процесс, связанный с использованием и преобразованием солнечной энергии.

Комплекс биофизических методов, развитых в лаборатории, даёт возможность изучать адаптивные изменения фотосинтетического аппарата растений под действием различных биотических и абиотических факторов: при обработке биологически активными веществами (гербицидами, фунгицидами, регуляторами роста, солями тяжёлых металлов), изменении режимов освещения и выращивания, патогенезе и т. п. Исследуются корреляции между люминесцентными показателями листьев и функциональной активностью фотосинтетического аппарата растений. Разрабатывается математическая модель фотосинтеза, позволяющая изучать механизмы основных регуляторных процессов, обеспечивающих оптимальное функционирование фотосинтетической системы в изменяющихся условиях среды. Работы ведутся в тесном сотрудничестве с кафедрой биофизики физического факультета и биологическим факультетом МГУ, Московской сельскохозяйственной академией им. К.А.Тимирязева и Московским государственным университетом леса.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. В.А. Караваев

тел. 939-41-88. комн. 1-59.

Нелинейные волновые явления и взаимодействие излучения с веществом

Группа проводит теоретические исследования широкого класса нелинейных волновых явлений, изучает явления, происходящие при взаимодействии сверхкоротких лазерных импульсов (электрическое поле в которых превышает на несколько порядков внутриатомное) с веществом. Одной из важнейших проблем современной оптики является исследование динамики солитоноподобных структур в нелинейных средах, в частности, распространения солитонов и мультисолитонных комплексов в оптических волокнах. Аномальная дисперсия групповых скоростей позволяет оптическому волокну выполнять роль распределённого компрессора, сжимающего импульсы в последовательности солитонов. Важнейшим направлением исследований является проблема формирования, распространения и усиления, а также взаимодействия с веществом сверхкоротких импульсов длительностью около 10 фемтосекунд, когда под огибающей импульса укладывается всего лишь несколько периодов световых колебаний. Это направление физики находится на стыках лазерной физики, физики твёрдого тела, физики плазмы, фемтосекундной физики, квантовой электродинамики, атомной и ядерной физики, синергетики.

Руководитель направления:
профессор, д.ф.-м.н. В.А. Алешкевич
тел.: 939-34-38. комн. 4-53.

Нелинейная оптика фотонных кристаллов

Нелинейные оптические процессы в периодических структурах традиционно являются одним из важных направлений исследований в оптике. Однако в последние годы интерес к таким задачам значительно возрос в связи с появлением технологий изготовления высококачественных многомерных периодических структур, так называемых фотонных кристаллов. Появилась идея использования фотонных кристаллов для создания сверхбыстрых оптических логических элементов взамен традиционным относительно медленным электронным аналогам.

Нелинейность является основной особенностью взаимодействия лазерного излучения с фотонными кристаллами по сравнению с взаимодействием волн электронов с решёткой обычных “электронных” кристаллов. В группе решаются, в частности, задачи динамики формирования и распространения импульсов интенсивного лазерного излучения в нелинейных периодических структурах. Особый интерес представляют уединённые волны – Брэгговские и Лауэ-солитоны, которые могут распространяться на частотах, лежащих внутри линейно запрещённой фотонной зоны. Их поведение качественно отличается от динамики оптических солитонов в сплошных средах. В настоящее время изучаются упругое и неупругое взаимодействия таких солитонов, т.е. возможность управления светом в фотонных кристаллах. Другой круг решаемых задач касается проблем оптимизации процессов генерации нелинейных сигналов в периодических структурах. Благодаря синхронному и несинхронному усилению на краю фотонной запрещённой зоны интенсивность генерируемых нелинейных сигналов увеличивается на два порядка. Студенты группы слушают ряд специальных курсов на кафедрах волновых процессов, радиофизики, а также факультете ВМК.

Руководитель направления:
профессор, д.ф.-м.н. Б.И. Манцызов
тел. 939-34-38. комн. 4-54.

Оптическая спектроскопия материалов микро- и оптоэлектроники

В группе интенсивно развиваются методы неразрушающего контроля планарных твёрдотельных систем, широко используемых в современной электронике. Они основаны на регистрации изменений в спектрах комбинационного рассеяния света и фотоотражения в результате воздействия на образец таких технологических факторов, как ионная имплантация, легирование, термический и лазерный отжиг. Разработанные экспериментальные методики позволяют, в частности, получать такую физически важную информацию, как частоты фононов и связанных фонон-плазмонных мод, концентрацию и подвижность носителей, определять состав полупроводниковых слоёв, распределение встроенных полей, энергии межзонных и межподзонных переходов в квантовых ямах и иных квантоворазмерных структурах.

Руководитель направления:
доцент, к.ф.-м.н. Л.П. Авакянц
тел. 939-23-88. комн. 1-37.

Исследование физических характеристик новых материалов для квантовой электроники и функциональных систем оптоэлектроники

В настоящее время в системах записи оптической информации всё более широко начинают использоваться различные полимерные материалы, которые обладают целым рядом уникальных свойств по сравнению с низкомолекулярными аналогами.

Приготовленные специальным способом тонкие (десятки микрон) плёнки из этих материалов могут выполнять функции различных пассивных оптических элементов, таких как сферические и цилиндрические линзы, фазовые пластинки, оптические клинья и др. Весьма перспективным является использование таких плёнок для целей реверсивной записи голограмм.

Указанные полимерные материалы являются сложными высокомолекулярными соединениями, в состав которых могут входить ряд специфических функциональных групп, которые посредством молекулярного конструирования могут формировать заданную супрамолекулярную организацию полимера с определёнными оптическими характеристиками. Указанные структуры могут изменять свои свойства под действием внешних термических, электрических и оптических полей.

Руководитель направления:

*профессор, д.ф.-м.н. Д.Ф. Киселёв
тел. 939-30-12. комн. 3-80.*

Космические лучи сверхвысоких энергий и новая физика

Природа, механизм ускорения и параметры источников частиц первичного космического излучения (ПКИ) в области сверхвысоких энергий являются в настоящее время загадкой для исследователей. Как могут изменяться взаимодействия частиц при таких энергиях, тоже неизвестно. В частности, не исключено возможное проявление новой физики. Для решения этих проблем строятся установки, на площади тысячи квадратных километров, с помощью которых контролируются объёмы атмосферы в десятки тысяч кубических километров. При взаимодействии первичной частицы с каким-либо ядром возникают вторичные, которые также взаимодействуют с ядрами атомов. Возникает каскадный процесс. Кинетическая энергия первичной частицы идёт на генерацию сотен миллиардов вторичных частиц. Эти каскады частиц в атмосфере получили название широких атмосферных ливней (ШАЛ). Часть частиц ШАЛ доходит до уровня наблюдения на поверхности Земли и может быть зарегистрирована в сцинтилляционных детекторах или водяных баках. В атмосфере также генерируются флуоресцентный свет, черенковское и радио излучение, которые регистрируются в специальных детекторах и телескопах. Если в области сверхвысоких энергий среди частиц ПКИ есть нейтрино, то они могут порождать каскады в воде, соли, лунном реголите и во льду. Эти каскады порождают радио-излучение (эффект Аскарьяна) и звуковые волны (также предсказанные Аскарьяном), которые можно зарегистрировать. Для интерпретации сигналов в разных детекторах, в которых регистрируются различные частицы, флуоресцентный свет, черенковское и радио излучение, необходимо моделирование всех упомянутых выше процессов и явлений. Группа, состоящая из сотрудников факультета и НИИЯФ МГУ, зани-

мается моделированием каскадных процессов в разных средах и расчётами откликов детекторов. Группа входит в научную школу академика Г.Т. Зацепина и сотрудничает с физиками Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, ИЯИ РАН, ИКФИА СО РАН и др.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. Л.Г. Деденко
тел. 939-34-38, 939-24-37. лаб. 4-34.

Релятивистская микроволновая электроника

Группа профессора Слепкова А.И. занимается изучением особенностей когерентного излучения релятивистских электронных потоков в электродинамических структурах с поперечными размерами значительно превышающими рабочую длину волны. Такие устройства оказались перспективными для получения импульсов микроволнового излучения гигаваттного уровня мощности. Особенностью рассматриваемых типов источников микроволнового излучения является то, что сильноточный электронный поток коренным образом изменяет резонансные свойства электродинамической системы и структуру возбуждаемых полей.

В настоящее время основное внимание уделяется детальному теоретическому исследованию физических процессов в реализованных типах источников, их усовершенствованию и поиску новых высокоэффективных механизмов самосогласованного взаимодействия электронного потока и электромагнитного поля.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. Александр Иванович Слепков
тел. 939-30-38. КФД, комн. 4

Исследование статистических и динамических свойств новых магнитных материалов

При кафедре общей физики работает коллектив физиков-магнитологов. Работа этого коллектива проводится в рамках темы “Исследование статических и динамических свойств новых магнитных материалов”.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. О.С. Колотов
тел. 939-41-88. комн. 1-60.

Переходные процессы в магнетиках

Научные интересы Колотова О.С. непосредственно связаны с переходными процессами в магнетиках. Интерес к тематике обусловлен широким применением магнитных материалов в импульсных устройствах: СВЧ – модуляторах, формирователях и преобразователях импульсов, линейных индукционных ускорителях электронов и т.д. Дополнением к сказанному могут служить технические решения, предложенные Колотовым О.С. и его сотрудниками: разработан метод исследования вихревых токов в полосковых линиях с помощью магнитных плёнок, совместно с сотрудниками Института атомной энергии разработан первый скоростной модулятор мёссбауэровского γ -излучения, предложен вариант импульсного трансформатора на отрезках коаксиального кабеля и ферритовых сердечниках. Эта тематика представляет и

самостоятельный физический интерес – например, по той причине, что при неравновесных переходных процессах проявляются неизвестные ранее особенности коллективного поведения спинов, их взаимодействия между собой и с кристаллической решёткой.

Значительное внимание в группе уделяется исследованию взаимодействия между спиновой и упругой подсистемами кристаллов и изучению его влияния на скорость переходных процессов. Как известно, этим взаимодействием определяется характер потерь энергии. До сих пор учёт потерь производится феноменологически (введением констант затухания Ландау-Лифшица и Гильберта), поскольку реальные механизмы потерь практически не исследованы. В группе впервые удалось экспериментально выявить и исследовать один из конкретных механизмов потерь энергии. Он связан с возбуждением магнитоупругих волн со сдвиговой деформацией. В качестве объектов исследования удачно выбраны монокристаллы бората железа, в которых обсуждаемое взаимодействие выявляется наиболее легко. В последнее время группа приступила к исследованию переходных процессов в новом магнитном материале – плёнках ферритов-гранатов с квазиплоскостной анизотропией. Проведены теоретические и экспериментальные исследования условий, при которых импульсное намагничивание плёнок осуществляется однородным вращением намагниченности. Разработаны импульсные методы изучения квазиплоскостной и двухосной анизотропий в таких плёнках. Готовятся эксперименты по изучению неравновесных динамических доменов в них. Намечены исследования предельного быстродействия магнитных материалов.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. О.С. Колотов

тел. 939-41-88. комн. 1-60.

Магнитооптическая и ФМР-спектроскопии магнетиков

Магнитооптика (МО) – раздел современной физики, сформированный на стыке двух наук: физической оптики и физики магнитных явлений. Суть магнитооптических методов состоит в том, что в провзаимодействовавшем с магнитоупорядоченным веществом поляризованном излучении содержится информация о внутреннем строении ферромагнетика. Очень результативным и перспективным является применение МО методов как для изучения энергетического спектра магнитоактивных ионов в ферро- и антиферромагнитных диэлектриках и электронной структуры ферромагнитных металлов и сплавов, так и для технических приложений в устройствах вычислительной техники, интегральной оптики, оптоэлектроники, лазерной техники и др.

Другим не менее мощным методом исследования магнитоупорядоченных сред является ферромагнитный резонанс (ФМР). Объектами МО и ФМР исследований являются оптически прозрачные магнитоупорядоченные кристаллы, ферромагнитные металлы и сплавы, а также современные аморфные ферромагнетики, сверхтонкие (единицы атомных слоев) многослойные магнитные плёнки (магнитные сверхрешётки) и гранулированные магнитные плёнки (магнитные кластеры атомных размеров в немагнитной металлической, диэлектрической, или полупроводниковой матрице).

В настоящее время появилась возможность “конструировать” искусственные магнитоупорядоченные нанокристаллы и контролируемые с точностью до меж-

атомного расстояния чередующиеся слои ферромагнетика и парамагнетика (или диэлектрика), которые обнаруживают ряд физических эффектов и свойств, невозможных в массивных ферромагнетиках, в частности, гигантские магнитосопротивление, магнитоимпеданс, МО эффекты. По существу, мы имеем дело со становлением нового направления в современной твёрдотельной электронике, строящейся на квантовомеханических принципах, – спиновой электроники, или спинтроники.

Руководитель направления:

доцент, к.ф.-м.н. Н.Е. Сырьев

тел. 939-33-79. комн. 1-81.

Мёссбауэровская и ФМР-спектроскопии магнитных систем

Основные научные цели:

1. поиск взаимосвязей между сверхтонкими электронно-ядерными взаимодействиями и физико-химическими свойствами вещества;
2. изучение релаксационных явлений в системах наночастиц;
3. исследование “размерных эффектов” в системах малых частиц;
4. термодинамическое описание новых магнитных переходов в системах наночастиц.

Методы исследования:

эффект Мёссбауэра, ферромагнитный резонанс, компьютерное моделирование, формализм “метода реставрации и повышения качества изображения”.

Объекты исследования:

магнитоупорядоченные кристаллы; системы наночастиц; магнитные плёнки; фазы переменного состава; уникальные образцы.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. В.И. Николаев

тел. 939-16-66. комн. 1-40 и 1-48.

Мёссбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем

В последние годы вызывают повышенный научный интерес и находят широкое практическое применение вещества, для которых характерна локальная неоднородность – изменение от позиции к позиции окружения и свойств атомов одного сорта. К таким веществам можно отнести в первую очередь фазы переменного состава, аморфные, дефектные и аналогичные им системы. Научный интерес к локально неоднородным системам (ЛНС) вызван тем, что они являются удобными модельными объектами для изучения структурного, зарядового и спинового состояний атомов, межатомных и сверхтонких взаимодействий, взаимосвязи свойств вещества с его локальными характеристиками, а также кинетики процессов кристаллизации и атомного упорядочения. Практическое применение этих систем обусловлено широким спектром полезных (порой уникальных) физико-химических свойств, на которые можно направленно влиять, меняя характер и степень локальной неоднородности.

Мессбауэровская спектроскопия является одним из наиболее эффективных методов исследования ЛНС. Локальный характер получаемой информации в сочетании с информацией о кооперативных явлениях позволяют проводить исследования, недоступные для других методов. Мессбауэровская спектроскопия может дать богатейшую информацию об особенностях макро- и микроскопического состояния вещества, в том числе и не имеющего регулярной структуры. Изучение ЛНС в настоящее время стало, по существу, новым самостоятельным направлением в мессбауэровской спектроскопии.

Объекты исследований:

- оксиды, содержащие атомы, находящиеся в необычных и смешано-валентных состояниях;
- бинарные слоистые металлические системы;
- железосодержащие наносистемы;
- железосодержащие стекла;
- синтетические и природные соединения системы Fe-S;
- минеральные железо- и оловосодержащие системы;
- минеральные фазы, полученные при воздействии термофильных железо- и сульфат-восстанавливающих бактерий.

Задачи исследований:

- изучение особенностей локальных атомной, кристаллической, магнитной и электронной структур;
- установление механизмов сверхтонких взаимодействий ядер ^{57}Fe и ^{119}Sn в ЛНС;
- поиск корреляций локальных характеристик вещества с параметрами сверхтонких взаимодействий;
- определение структурного, зарядового и спинового состояний мессбауэровских атомов в неэквивалентных позициях ЛНС;
- исследование процессов, протекающих в ЛНС при термических воздействиях и дейтерировании;
- исследование механизмов изоморфного замещения;
- разработка и совершенствование методов обработки и анализа мессбауэровских данных.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. В.С.Русаков
тел. 939-23-88. комн. 1-38.

Взаимодействие электромагнитных полей с веществом

В рамках данной темы проводятся исследования следующих проблем: теоретическое и экспериментальное исследование процессов самоорганизации в спиновых системах различной природы, расчёт квазистатических доменных структур и доменных границ, моделирование зарождения и эволюции доменных структур методом крупных частиц, динамика доменных границ, исследование особенностей динамики субдоменных образований, солитоны, блоховские линии, уединенные спиновые волны, исследование процессов самоорганизации в сильно неравновесных спиновых системах — нелинейные фазовые переходы, бифуркации, управление коллективными структурами и хаотическая динамика.

Ведутся разработки эффективных методов определения источников магнитных возмущений с помощью современных датчиков магнитного поля, основанных на магниторезистивном, гигантском магниторезистивном эффектах, скивдах. Исследование влияния магнитных структур на устройства спинтроники. Поиск новых методик и технологий измерения магнитного поля с помощью миниатюрных магниторезистивных элементов.

Теоретическое исследование коллективных процессов в плазменных и плазмоподобных средах. Изучение свойств уникальных плазменных сред с релятивистскими температурами, сверхплотной плазменной среды, возникающей при взаимодействии сверхмощных фемтосекундных лазерных импульсов с твёрдотельной мишенью. Изучение распространения электромагнитных волн в магнитоактивных плазменных средах с учётом собственного магнитного момента электронов.

Руководитель направления:

профессор, д.ф.-м.н. П.А. Поляков
тел. 939-14-35. комн. 5-52а.

Компьютерное моделирование явлений распыления поверхности монокристаллов и трения скольжения и адгезии поверхностей твердых тел

В группе компьютерными методами, в том числе методом молекулярной динамики, исследуются фундаментальные и прикладные вопросы распыления – эмиссии атомов мишени под действием ионного облучения. Результаты фундаментальных исследований механизмов распыления используются для анализа структуры и элементного состава мишеней из экспериментальных данных по распылению атомов с угловым и энергетическим разрешением.

Также проводятся исследования в области контактной механики (физики взаимодействия двух поверхностей), выясняются механизмы адгезии притяжения двух поверхностей на атомном (молекулярном) уровне, моделируются такие явления, как трение скольжения и износ. В течении ряда лет, исследовались проблемы, связанные с адгезией компонентов космических систем; механизмы трения и износа в дизельных двигателях и вопросы использования в качестве топлива *диметилэфира (DME)* топлива 21 века; проблемы, связанные с созданием шин с высокими характеристиками, в том числе, пригодных для гонок Формулы-1, и другие. В настоящее время проводятся исследования нового эффекта сверхнизкого трения (*superlubricity*), представляющие большой научный интерес.

Руководитель направления:
доцент, к.ф.-м.н. В.Н.Самойлов
тел. 939-14-35. комн. 5-52а.

Кабинет физических демонстраций

Тематика: Физический эксперимент и информационные технологии в преподавании физики

Специализация студентов на кафедре общей физики в направлении научно-методических разработок систем поддержки лекций демонстрационными экспериментами и информационного сопровождения курсов, читаемых на физическом факультете, ориентирована на подготовку высококвалифицированных преподавателей-исследователей для высшей школы, владеющих всеми составляющими гипермедиа-технологий, готовых к авторским разработкам учебных экспериментальных демонстрационных комплексов, электронных систем обучения, созданию современных информационных продуктов. Индивидуальная учебная программа, участие в работе на лекциях по всем разделам курса общей физики, ознакомление с широким спектром современных экспериментальных методов физических исследований дают студентам возможность в полной мере освоить современные методы отбора информации для учебных курсов, принципы демонстрационного сопровождения лекционных курсов, основы разработки и создания учебного оборудования.

В настоящее время актуальны следующие направления:

- разработка автоматизированных демонстраций по молекулярной физике;
- программная поддержка демонстрационных экспериментов по курсу “Электричество и магнетизм”;
- разработка демонстрационного автоматизированного аппаратно-программного комплекса для оптических измерений;
- модельные демонстрационные эксперименты на ЭВМ.

Руководитель направления:
профессор, д.ф.-м.н. Александр Иванович Слепков

Кабинет истории и методологии физики и Музей физического факультета

Кабинет истории и методологии физики и Музей физического факультета (проф. А.С. Илюшин, ст. преп. А.Ю. Грязнов, сотрудник музея Ф.В. Загребнев), входящий в состав кафедры общей физики, приглашает студентов III курса для выполнения курсовых и, в дальнейшем, дипломной работ по: истории физического факультета Московского университета; методологии физики; истории преподавания физики в Московском университете. В настоящее время исследования по истории и методологии физики приобретают особую актуальность в связи с многочисленными новыми фактами и проблемами, вскрытыми на рубеже XX-XXI вв. как в фундаментальной физике, так и в истории отечественной науки. В частности, в истории физического факультета МГУ всё ещё имеется очень много «белых пятен», существует большой массив материалов, либо не изученных вообще, либо обработанных под узким или тенденциозно-идеологическим углом зрения. Все эти факты, события, проблемы ждут своих исследователей. Студенты, успешно защитившие диплом по истории и методологии физики, имеют хорошие шансы продолжить свою работу в аспирантуре физического факультета.

Руководитель направления:
асс., к.ф.-м.н. А. Ю. Грязнов
тел. 939-40-91. комн. 2-76.

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Заведующий кафедрой — профессор П.К. Кашкаров.

Основные научные направления:**Физические явления в твердотельных наноструктурах**

Изучаются физические явления в системах, состоящих из твердотельных наноструктур на основе полупроводников, таких как кремний и некоторые полупроводниковые соединения. В частности, исследуются объекты типа квантовых нитей и точек, представляющие собой нанокристаллы с характерными минимальными размерами от 1 до 10 нм. Большая часть изучаемых полупроводниковых наноструктур готовится на современном технологическом оборудовании, имеющемся на кафедре. Фундаментальная научная задача, решаемая при выполнении научно-исследовательских работ, связана с выявлением роли вторичного квантования для электронов и фононов (квантового размерного эффекта) и вклада локальных электронных и фононных состояний атомов на поверхности нанокристаллов в электронные и оптические свойства их ансамблей. Особое внимание уделяется изучению свойств экситонов в полупроводниковых нанокристаллах и процессов передачи энергии от экситонов к заданным центрам-акцепторам энергии, таким, например, как ионы редкоземельных элементов. Результаты проводимых исследований важны для практического применения при создании новых типов светоизлучающих устройств, таких как светодиоды и лазеры, интегрированные с субмикронными оптоэлектронными устройствами обработки информации. При проведении экспериментальных исследований используется комплекс современных оптических, электрофизических и радиоспек-

троскопических методов, имеющихся в лабораториях кафедры и в Центре коллективного пользования (ЦКП) физического факультета МГУ.

Литература:

1. Кашкаров П.К., Тимошенко В.Ю. «Оптика твердого тела и систем пониженной размерности», Москва, Изд-во «Пульс», 2008, 188 с.
2. Shalygina O.A., Zhigunov D.M., Palenov D.A., Timoshenko V.Yu., Kashkarov P.K., Zacharias M. «Population dynamics of excitons in silicon nanocrystals structures under strong optical excitation», *Advanced Materials Research*, 2008, v. 31, p. 196-198.
3. Форш П.А., Мартышов М.Н., Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К. «Динамическая электропроводность анизотропно наноструктурированного кремния», *Физика и Техника Полупроводников*, 2006, т.40, с.476-481.

Руководители направления:

профессора П.К.Кашкаров и В.Ю.Тимошенко.

Тел. 939-1944, комн. 224 в здании ЦКП физического факультета МГУ.

Фотоника наноструктур и нанокомпозитов

Ведутся научно-исследовательские работы по созданию наноматериалов, обладающих требуемыми оптическими и нелинейно-оптическими свойствами. Для этого используются методы электрохимического наноструктурирования твердых тел, позволяющие получать пористые полупроводниковые и диэлектрические материалы. Активно развиваются также методы лазерной физики, дающие возможность формировать наноструктуры при селективном удалении части вещества в процессе его лазерно-индуцированного испарения (абляции). В сформированных наноструктурированных материалах и нанокомпозитах изучаются такие оптические явления, как двулучепреломление формы, генерация оптических гармоник, комбинационное рассеяние света и др. Особое внимание уделяется получению и исследованию таких практически важных систем, как фотонные кристаллы и сильно рассеивающие среды, обладающие свойством локализации (замедления) света. На основе полученных экспериментальных данных развиваются теоретические модели, объясняющие как механизмы формирования новых фотонных сред с уникальными свойствами, так и наблюдаемое увеличение эффективности нелинейно-оптических процессов в таких системах.

Литература:

1. Головань Л.А., Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К. «Оптические свойства нанокомпозитов на основе пористых систем», *УФН*, 2007, т. 177, № 6, с. 619-637.
2. Головань Л.А., Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К. «Двулучепреломление формы и генерация оптических гармоник в наноструктурах пористых полупроводников», *Российские нанотехнологии*, 2006, т. 1, с. 111-120.
3. Заботнов С.В., Головань Л.А., Остапенко И.А., Рябчиков Ю.В., Червяков А.В., Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К., В.В. Яковлев. «Фемтосекундное наноструктурирование кремниевых поверхностей», *Письма в ЖЭТФ*, 2006, т. 83, в.2, с.76-79.

Руководители направления:

профессор П.К.Кашкаров и д.ф.-м.н., доцент Л.А.Головань.

Тел. 939-4657, комн. 215 в здании ЦКП физического факультета МГУ.

Нанокристаллы для биомедицинских применений

Исследуются процессы формирования нанокристаллов различных веществ (кремний, карбид кремния, диоксид титана и др.), обладающих контролируемы-ми и практически важными для биомедицинских применений свойствами. Изучаются возможности использования нанокристаллов как для диагностики различных заболеваний, так и для лечения (терапии) некоторых болезней, в том числе, для фотодинамической терапии рака. Получение нанокристаллов и исследование их физических свойств проводится на современном технологическом и аналитическом оборудовании, имеющемся на кафедре. Биомедицинские эксперименты проводятся в рамках научной кооперации с биологическими и медицинскими институтами и центрами в России и за рубежом.

Литература:

1. Тимошенко В.Ю., Кудрявцев А.А., Осминкина Л.А., Воронцов А.С., Рябчиков Ю.В., Белогорохов И.А., Кашкаров П.К. «Кремниевые нанокристаллы как эффективные фотосенсибилизаторы синглетного кислорода для биомедицинских применений». *Письма в ЖЭТФ*, 2006, т.83, в.9, с.492-495.
2. Кудрявцев А.А., Лавровская В.П., Осминкина Л.А., Воронцов А.С., Тимошенко В.Ю. «Фототоксичность нанокристаллов кремния», *Физическая Медицина*, 2006, т.16, с.4–8.

Руководитель направления:

профессор В.Ю.Тимошенко.

Тел. 939-1944, комн. 224 в здании ЦКП физического факультета МГУ.

Радиоспектроскопия низкоразмерных и неупорядоченных систем

Методами спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) изучаются электронные свойства твердотельных систем пониженной размерности и неупорядоченных полупроводников, таких как пористый кремний, диоксид титана и др. Основное внимание уделяется исследованию полупроводниковых наноструктур и детальному изучению свойств так называемых спиновых центров (локальных атомных конфигураций с ненулевым спином), играющих важную роль в формировании физических свойств многих практически важных наноматериалов. Разрабатываются методы ЭПР-диагностики спин-зависимых электронных процессов на поверхности полупроводниковых нанокристаллов, таких, в частности, как фотосенсибилизация генерации синглетного кислорода в ансамблях кремниевых нанокристаллов.

Литература:

1. Константинова Е.А., Демин В.А., Тимошенко В.Ю., Кашкаров П.К. «ЭПР-диагностика фотосенсибилизированной генерации синглетного кислорода на поверхности нанокристаллов кремния», *Письма в ЖЭТФ*, 2007, т. 85, вып. 1, с. 65-68.
2. Konstantinova E.A., Kokorin A.I., Sakthivel S., Kisch H., Lips K. «Carbon-doped titanium dioxide: visible light photocatalyses and EPR investigation», *Chimia*, 2007, v.61, p. 810-814.

Руководители направления:

профессор П.К. Кашкаров и д.ф.-м.н., доцент Е.А. Константинова.

Тел. 939-4657, комн. 215 в здании ЦКП физического факультета МГУ.

Молекулярная электроника

Гетероструктуры, состоящие из классического полупроводника и органических молекул (в виде кластеров или сверхтонких ориентированных слоев Лэнгмюра-Блоджетт), являются весьма перспективными как для проведения фундаментальных исследований в области физики и химии поверхности, так и для современной молекулярной электроники. Атомные и электронные процессы в поверхностных фазах подобных структур определяют функционирование различных микро и нанoeлектронных устройств, в которых осуществляются процессы запоминания и переработки информации; солнечных элементов и газовых сенсоров. Передача информации в элементах молекулярной электроники может осуществляться как путем переноса заряда так и энергии. При этом молекулы и их комплексы могут сильно влиять на свойства поверхности полупроводниковой фазы и, наоборот, электронные переходы в полупроводнике могут трансформировать электрофизические и оптические свойства молекулярных нанометрических систем на поверхности. Особый интерес представляют исследования кардинального изменения этих свойств при фазовых переходах в упорядоченных пленках Лэнгмюра-Блоджетт. В лаборатории разработаны методы регистрации различных структурных фазовых переходов оптическими методами, а также путем изучения изотерм адсорбции молекул из газовой фазы в широком температурном диапазоне.

Литература:

Плотников Г.С., Зайцев В.Б. «Физические основы молекулярной электроники», Москва, Физический факультет МГУ, 2000, 164 с.

Руководители направления:

профессора Г.С. Плотников и Н.Л. Левшин.

Тел. 939-30-27, 939-17-92, комн. Ц-44, Ц-45 физического факультета МГУ.

КАФЕДРА КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИИ ПОЛЯ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН В.П. Маслов.

Основные научные направления:

С целью совершенствовать исследовательскую работу на **наиболее актуальных проблемах квантовой теории поля, теории элементарных частиц и статистической физики** академик Н.Н.Боголюбов в 1966 году создал кафедру квантовой статистики и теории поля. Академик Н.Н.Боголюбов - выдающийся ученый XX века, всегда работавший на самых передовых рубежах современной науки. Мировым признанием пользуются полученные им фундаментальные научные результаты практически во всех областях математики и теоретической физики. Так, например, в нелинейной механике он развил **асимптотические методы и теорию устойчивости**; в статистической физике - решил **математические проблемы кинетической теории**, развил **метод квазисредних для систем со спонтанно нарушенной симметрией**, **микроскопическую теорию сверхтекучести и сверхпроводимости**; в квантовой теории поля - ввел **понятие аксиоматической матрицы рассеяния**, развил **общую теорию устранения расходимостей**, **метод ренормализационной группы**, доказал **дисперсионные**

соотношения; в теории элементарных частиц - построил **модель "кваркового мешка"**, ввел принципиально новое квантовое число "цвет", заложив основы **квантовой хромодинамики**. Научное творчество Н.Н. Боголюбова характеризовало сочетание высокой математической культуры с четкой направленностью на решение конкретных проблем естествознания.

С 1992 года кафедрой заведует академик В.П. Маслов - крупнейший ученый в области математической физики. Разработанные им асимптотические методы могут применяться к уравнениям, возникающим в разных областях науки, например: в **квантовой механике, теории поля, статистической физике, абстрактной математике**. Асимптотические методы Маслова тесно связаны со многими концепциями статистической физики и квантовой теории поля: с **теорией самосогласованного поля в квантовой и классической статистике, с теориями сверхтекучести и сверхпроводимости, методом квантования солитонов, квантовой теорией поля в сильных внешних полях и искривленном пространстве-времени, методом разложения по обратному числу типов частиц**; известны также применения асимптотических методов Маслова к абстрактным математическим задачам, малый параметр в которых отсутствует.

На кафедре представлены научные школы академиков Н.Н. Боголюбова и В.П. Маслова, представители которых также успешно занимаются научной работой в самых разных областях современной теоретической и математической физики; в том числе в **квантовой теории поля, статистической физике и математике**.

Научное направление, представленное академиком В.А. Рубаковым и его учениками, включает в себя **квантовую теорию поля, физику элементарных частиц, квантовую гравитацию и космологию**. Наиболее значимые научные достижения касаются возможных **экспериментальных космологических следствий теорий "великого объединения" всех взаимодействий**: изучая с помощью этих теорий процессы, проходящие в ранней Вселенной, можно исследовать их возможное влияние на физику наших дней и, как результат, установить определенные ограничения на параметры единых теорий поля. В частности, исследованы возможные в теориях всех взаимодействий **процессы с нарушением барионного заряда в экстремальных условиях**; рассмотрены модели теории поля с **дополнительными, скрытыми размерностями**.

Основные научные направления кафедры квантовой статистики и теории поля охватывают наиболее фундаментальные области современной физики: **квантовую теорию поля, физику элементарных частиц, статистическую физику**. При этом одни и те же математические методы используются в разных физических задачах - и этим объясняется широта научных интересов кафедры.

Среди конкретных методов статистической физики, квантовой теории поля и математической физики, развиваемых на кафедре, и изучаемых проблем можно выделить следующие:

Математические методы статистической механики
(профессор Б.И. Садовников);

Статистическая теория неупорядоченных систем и фазовых переходов
(профессор П.Н.Николаев);

Теория взаимодействия ударных волн с вихревыми структурами, распространения волн в турбулентной среде
(профессор Ф.В.Шугаев, с.н.с. Л.С.Штеменко);

Двухвременной формализм в статистической физике
(доцент И.А.Квасников);

Модели теории высокотемпературной сверхпроводимости
(доцент А.М.Савченко);

Операторные и асимптотические методы решения уравнения марковской эволюции (master equation), а также уравнений Шредингера в фоковском пространстве
(профессор А.М.Чеботарев);

Теория канонического оператора Маслова и комплексного ростка Маслова в абстрактных пространствах, геометрическая интерпретация асимптотических решений абстрактных уравнений; исследование симметрии квазиклассической механики, квазиклассическая теория поля и большого числа полей
(с.н.с. О.Ю.Шведов);

Численные методы решения задач теории оптимизации и теории графов; разработку объектно-ориентированных алгоритмов
(доцент А.Н.Соболевский);

Новая разновидность теории возмущений со сходящимися рядами
(профессор В.В.Белокуров);

Изучение аналитических свойств амплитуд рассеяния
(профессор В.А.Мещеряков).

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор В.Я. Панченко

Основные научные направления:

Лазеры в физике и медицине, лазерные информационные технологии, кинетика сильнонеравновесных сред, физика взаимодействия лазерного излучения с веществом, адаптивная оптика, оптические и акустические методы диагностики и системы неразрушающего контроля, лазерная стереолитография, лазерная обработка биоматериалов, лазерная биомедицина - технологические комплексы для кардиологии и хирургии.

Литература:

Медицинская физика. Лекции молодым ученым- М., МГУ, 2006 г., Медицинская физика. Сборник научных трудов. - М., 2002 г.

Руководитель направления:

Панченко Владислав Яковлевич, профессор, член-корреспондент РАН
Комната 2-25, тел. 939-4837

Физика и биофизика рака, молекулярная подвижность макромолекул в растворах, медицинская экология, радиоспектроскопические методы ранней диагностики канцерогенеза, физические методы определения содержания тяжелых металлов в организме человека.

Литература:

Медицинская физика. Лекции молодым ученым- М., МГУ, 2006 г., Медицинская физика. Сборник научных трудов. - М., 2002 г., Ю.М.Петрусеви́ч, Спектральные и корреляционные методы (учебное пособие). – М., МГУ, 1997 г.

Руководитель направления:

Петрусеви́ч Юрий Михайлович, профессор, академик РЭА.
Комната 2-66, тел. 939-2085

Физические принципы регуляции в системе свертывания крови, методы математического моделирования и синергетики в исследовании биологических систем, биологические микрочипы.

Литература:

В.Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. - М. Наука 2002 г., Ф.И.Атауллаханов и др., Сложные режимы распространения возбуждения и самоорганизация в модели свертывания крови. - УФН №1, т.177, 2007 г.

Руководитель направления:

доц. Бутылин Андрей Александрович
Комната 2-25, тел. 939-4837

Лазерные технологии в офтальмологии, офтальмологические приборы, адаптивная оптика человеческого глаза.

Литература:

М.А. Воронцов, А.В. Корябин, В.И. Шмальгаузен, Управляемые оптические системы, - М., Наука, 1988 г., А.В.Ларичев, П.В.Иванов, Н.Г.Ирошников, В.И.Шмальгаузен, Л.Дж.Оттен,
Адаптивная система для регистрации изображения глазного дна. - Квантовая электроника, 32, №10, 2002 г., A.S.Goncharov, A.V.Larichev, N.G.Iroshnikov, V.Yu.Ivanov, S.A.Gorbunov,
Modal tomography of human eye aberrations, Laser Physics, 2006, V.16, N12, p.1689., A.S.Goncharov, A.V.Larichev, Speckle Structure of a Light Field Scattered by Human Eye Retina, Laser Physics, 2007, V.17, N9, p.1157-1165.

Руководитель направления:

ст.н.с. Ларичев Андрей Викторович
Комната 2-25, тел. 939-4837

Цифровые методы обработки изображений в медицине, офтальмологические приборы.

Литература:

А.В.Ларичев, П.В.Иванов, Н.Г.Ирошников, В.И.Шмальгаузен, Л.Дж.Оттен,
Адаптивная система для регистрации изображения глазного дна. - Квантовая электроника, 32, №10, 2002 г., A. Larichev, N. Iroshnikov, I.Nikolaev, K.Nesterouk, A. Kudryashov,
Depth-sensitive adaptive deconvolution of retinal images, Proc. SPIE 4162 (2000) 158, A.S.Goncharov, A.V.Larichev, N.G.Iroshnikov, V.Yu.Ivanov, S.A.Gorbunov,
Modal tomography of human eye aberrations, Laser Physics, 2006, V.16, N12, p.1689.

Руководитель направления:
доц. Ирошников Никита Георгиевич
Комната 2-25, тел. 939-4837

КАЕДРА ФИЗИКИ НАНОСИСТЕМ

Заведующий кафедрой — профессор, член-корреспондент РАН М.В.Ковальчук.

Основные научные направления:

Создание органических и гибридных наноматериалов и наносистем на их основе, исследование структуры и физических свойств. Развитие методов нанодиагностики на основе использования рентгеновского излучения, электронно-микроскопических и зондовых методов.

Научные направления кафедры физики наносистем непосредственно связаны с деятельностью Института кристаллографии РАН и Российского научного центра "Курчатовский институт". Выполнение дипломных работ проводится на базе этих институтов под руководством их сотрудников.

Базовые институты:

Институт кристаллографии имени А.В.Шубникова РАН, 119333, Москва, Ленинский пр-т 59, <http://ns.crys.ras.ru/>
Российский научный центр "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл.Курчатова д.1, <http://www.kiae.ru/>

Руководители:

Чл.-корр. РАН, профессор М.В.Ковальчук,
Н.с., к.ф.-м.н. И.С.Занавескина.
К. 3-28, тел. 939-44-14, e-mail: nanosystem@phys.msu.ru

ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Заведующий кафедрой — профессор А.С. Илюшин

Основные научные направления:

Структурная физика редкоземельных интерметаллических соединений

Низкотемпературное рентгендифрактометрическое и мессбауэровское изучение структуры, структурных и магнитных фазовых переходов в редкоземельных интерметаллидах, синтезированных при высоких давлениях.

Литература:

1. Илюшин А.С. Введение в структурную физику редкоземельных интерметаллических соединений. М.:МГУ, 1991.

2. Илюшин А.С. Основы структурной физики редкоземельных интерметаллических соединений. М, МГУ, физический факультет, 2005.

Руководитель направления:

Илюшин А.С., профессор, доктор физ.-мат.наук.

1-46, тел.939-30-29

Высокоразрешающая рентгеновская дифрактометрия полупроводниковых монокристаллов и многослойных пленок с дефектами структуры

Дефекты структуры, которые неизбежно присутствуют практически во всех реальных высокосовершенных монокристаллах и многослойных пленках, оказывают существенное влияние на электрофизические свойства полупроводниковых материалов. Цель работы состоит в теоретическом и экспериментальном исследовании дифракции рентгеновских лучей в кристаллах с микродефектами, что представляет интерес в связи с развитием новых методов контроля структуры приповерхностных слоев легированных полупроводниковых кристаллов и многослойных пленок. На основе развитой автором статистической динамической теории показано влияние микродефектов на угловые спектры рентгеновского отражения и диффузного рассеяния и на угловые зависимости интенсивности вторичных процессов. С помощью высокоразрешающей двух- и трехкристалльной рентгеновской дифрактометрии экспериментально изучены профили деформации и аморфизации в ряде ионноимплантированных кристаллов в широком интервале энергий и доз имплантации. Развита теория, последовательным образом описывающая рост многослойных пленок с учетом эффекта частичной репликации межслойных шероховатостей от слоя к слою.

Литература :

1. В.А.Бушуев, Р.Н.Кютт, Ю.П.Хапачев. Физические принципы рентгенодифрактометрического определения параметров реальной структуры многослойных эпитаксиальных пленок. Нальчик., Изв.КБГУ,1996,178с.

2. В.А.Бушуев, А.П.Петраков. Рентгендифракционные исследования зависимости профилей деформации и аморфизации приповерхностных слоев монокристаллов кремния от дозы имплантации ионов бора. Кристаллография. 1995. Т.40.№6.С.1043-1049.

Руководитель направления:

В.А.Бушуев, профессор, доктор физ.-мат.наук

дворовый корпус, тел. 939-12-26

Исследование квантовых свойств низкоразмерных систем методами компьютерного моделирования

Исследования последних лет в области изучения физических свойств атомных кластеров и молекул приобрели огромную важность. С научной точки зрения, наноструктуры, состоящие из отдельных атомов или молекул представляют собой уникальный класс материалов, изучение свойств которых позволяют понять многие явления, связанные с переходом от изолированного атома к массивным системам. С другой стороны он несет в себе важнейшие технологические изменения в области нано- и микро-электроники: создание в ближайшем будущем компактных магнитных накопителей информации, а также быстрых миниатюрных устройств для цифровой логики.

Современные экспериментально-технические средства способны создать на подложках наноструктуры определенных размеров и форм, с высокой степенью

плотности и порядка, и этот процесс может регулироваться как искусственным (методом контролируемой диффузионной агрегации), так и естественным (процессами самоорганизации) способами. Образование подобных объектов может быть предметом последующего теоретического изучения атомной структуры, электронных и магнитных свойств низкоразмерных систем. Однако подобные исследования чрезвычайно сложны и требуют теоретические подходы на основе первопринципных (*ab initio*) и полуэмпирических расчетов, сопряженных с компьютерным экспериментом. В последнее время большие достижения в области компьютерного эксперимента были достигнуты с применением мощных вычислительных комплексов на параллельной основе. Эти комплексы позволили перейти к сложным моделям в описании реального межатомного взаимодействия структур низкой размерности, что позволило более тонко исследовать природу рассматриваемых явлений. В частности, в основе проводимых теоретических исследований лежит: (1) изучение электронных и магнитных свойств малых кластеров, ультратонких пленок переходных металлов на металлических и диэлектрических поверхностях, а также изучение процессов их формирования и роста; (2) изучение природы химической связи металл-водород в тонких плёнках, на поверхности и в объёмных материалах на основе сплавов переходных металлов и гидридов; (3) изучение влияния природы металлического катализатора на процессы зарождения и формирования углеродных наноматериалов на основе первопринципных и полуэмпирических методов.

Методы исследований: теория функционала электронной плотности, метод псевдопотенциалов, компьютерное моделирование в рамках первопринципной молекулярной динамики.

Литература:

- 1 D.I. Bazhanov, W. Hergert, V.S. Stepanyuk, A.A. Katsnelson, P. Rennert, K. Kokko, and C. Demangeat, "One-dimensional magnetism of Rh chains on the Ag(001) surface", *Phys. Rev. B* **62**, 6415 (2000)
- 2 V.S. Stepanyuk, D.I. Bazhanov, W. Hergert, J. Kirschner, "Strain and adatom motion on mesoscopic islands", *Phys. Rev. B* **63**, 153406 (2001).
- 3 D.I. Bazhanov, A.A. Knizhnik, A.A. Safonov, A.A. Bagatur'yants, M.W. Stoker, A.A. Korkin, "Structure and electronic properties of zirconium and hafnium nitrides and oxynitrides", *Journal of Appl. Physics* **97**, 044108 (2005).
- 4 Y.J. Li, S.E. Kulkova, Q.M. Hu, D.I. Bazhanov, D.S. Xu, Y.L. Hao, R. Yang, "Interaction between hydrogen and the alloying atom in palladium", *Phys. Rev. B* **76**, 064110 (2007).

Руководитель направления:

Д.И. Бажанов, кандидат физ.-мат. наук.

комн. 3-47, тел.: 939-46-10, e-mail: dmibaz@sols347-5.phys.msu.ru

Квантоника

Проблемы квантовой оптики при взаимодействии излучений и частиц с конденсированными средами. Управление физическими процессами на квантовом уровне на основе сверхтонких взаимодействий и полей. Моделирование когерентных и коллективных процессов взаимодействия излучений и полей с веществом.

Литература:

1. В.И.Высоцкий, Р.Н.Кузьмин. Гамма-лазеры. М.МГУ.1989.

2. А.Е.Акимов, Р.Н.Кузьмин. Анализ проблем торсионных источников энергии. Журн.приклад.физики. 1996. №1. С.96-101.

Руководитель направления:

Р.Н.Кузьмин, профессор, доктор физ.-мат.наук
Дворовый корпус, тел.939-12-26

Физика структурированных конденсированных систем, включая самоорганизующиеся и низкоразмерные

Исследование систем металл - водород крайне важно с фундаментальной и прикладной точек зрения. С одной стороны, они могут использоваться, как наиболее яркий и слабо изученный класс термодинамически открытых твердотельных систем, и в этом аспекте получаемые при их изучении данные являются уникальными. В то же время результаты исследований водородсодержащих материалов чрезвычайно важны для практики ввиду их широкой распространенности и вследствие сильного влияния водорода на физические свойства твердотельных систем.

Цель работы – установление характерных черт самоорганизующихся и низкоразмерных конденсированных систем, особенностей их структурной эволюции и выявление физико-химических факторов, определяющих эти явления.

Объектами исследования являются палладий и сплавы на его основе, сверхпроводящая керамика, полупроводниковые системы, ультратонкие пленки, наноструктуры, кластеры.

Основные методы исследования – прецизионная рентгеновская дифрактометрия, теория самоорганизующихся систем, первопринципные методы расчёта зонной структуры, молекулярная динамика, методы компьютерного моделирования.

Литература:

1. В.М. Авдюхина, Г.П. Ревкевич, А.А. Кацнельсон// Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2006, № 12, с. 1-8.
2. V. M. Avdyukhina, A. A. Anishchenko et al.// Inter. Journal of Hydrogen Energy, 2006, V. 31, P. 217-222.
3. В.М. Авдюхина, Г.П. Ревкевич, А.А. Кацнельсон// Альтернативная энергетика и экология, 2006, №6, с. 51-52.
4. D. Xu, Q. Hu, J. Lu, Y. Hao, R. Yang, S. Kulkova, D.I. Bazhanov, Journal of Physics, 2006, V.29, P. 220-227.

Научный руководитель:

В.М. Авдюхина, доцент, кандидат физ.-мат. наук.
лаб. 3-59, 939-46-10, e-mail: valentina@solst.phys.msu.ru

Глобальные и супернакопительные физические процессы

Процесс переноса вещества в средах может быть описан с помощью математического моделирования. Для выбора физической модели используются аналоговые системы: диффузия, взрыв, транспорт, трансформация вещества – химические и ядерные реакции. Особая роль принадлежит кооперативным и коллективным механизмам. Все это позволяет делать обобщения на огромные (глобальные) объемы и длительные временные (супернакопительные) процессы. Например, пролонгировать процессы в коре и ядре Земли, проводить параллели между атмосферными процессами и конденсацией паров воды с общих позиций динамики неравновесных систем и синергетики. Исследовать природу происхожде-

ния радиоактивности на Земле и физику «холодного» ядерного синтеза, движение континентальных плит и перенос дейтерия за пределы границы Мохо, установка вакуумный разрыв плотности среды и подъем субмарин в океане. В решениях физических проблем используются линейные и нелинейные математические модели; устанавливаются аттракторы систем, возникновение бифуркаций и чистых полей в фазовых переходах, автомобильные и предельные циклы; используются идеи теории катастроф.

Литература:

1. Сборники научных трудов: «Математика. Компьютер. Образование», вып.1-8.1994-2001гг. Дубна-Пушино.
2. «Пределы предсказуемости», коллективная монография, составитель и редактор Ю.А.Кравцов, ЦентрКом, Москва, 1997, 247с.
3. Б.Б.Кадомцев «Динамика и информация», 1999, 400с.

Руководитель направления:

Р.Н.Кузьмин, профессор, доктор физ.-мат.наук
Дворовый корпус, тел.939-12-26

Структурные исследования нанокристаллического состояния вещества

Современные нанотехнологии представляют собой явления самосборки на атомном и молекулярном уровне, возникающие при создании определенных физико-химических условий. В результате получают композиционные материалы с уникальными, заданными заранее свойствами, необходимыми для развития современной техники, медицины и других отраслей, позволяющих повысить жизненный уровень человека.

Цель работы – изучение структурной эволюции компонентов системы в процессе получения нанокompозитов, установление явлений самоорганизации в этих системах и выявление физико-химических факторов, определяющих эти явления.

Объекты исследования: наноструктуры, полученные на разных стадиях процесса синтеза; металлические наночастицы, самоорганизующиеся в полимерной матрице; изолированные с помощью различных оболочек наночастицы.

Основные методы исследования: мессбауэровская спектроскопия в интервале температур 80-900К и селективная по глубине мессбауэровская спектроскопия; рентген-дифракционный анализ; электронная и зондовая микроскопия; магнитные методы в интервале температур 4-900К, дифференциальная сканирующая калориметрия, ИК-спектроскопия, компьютерное моделирование.

Литература:

1. Новакова А.А., Кузьмин Р.Н. Мессбауэровская конверсионная спектроскопия и ее применения. М. МГУ, 1989.
2. Новакова А.А., Киселева Т.Ю. Методика высокотемпературной мессбауэровской спектроскопии для исследования неравновесных металлических систем. М. МГУ, 1998.
3. A.A. Novakova, E.V.Smirnov, T.S. Gendler Magnetic anisotropy in Fe₃O₄-PVA nanocomposites as a result of Fe₃O₄ nanoparticles chains formation // J. Magn. Mater., vol. 300, (2005), p.e354-e358

Руководитель направления:

Новакова Алла Андреевна, профессор, доктор физ.-мат.наук.
Дворовый корпус, тел. 939-12-26

Рентгеновская фазоконтрастная томография

Метод рентгеновского фазового контраста – новый метод исследования внутренней структуры слабопоглощающих объектов, в том числе и медико-биологических. При этом доза поглощенного ионизирующего излучения на 1-2 порядка меньше по сравнению с традиционной рентгенографией. Основная идея метода заключается в анализе изображения объекта, образующегося в результате изменения фазы квазиплоской рентгеновской волны после ее прохождения через объект. Существуют две методики получения фазоконтрастных изображений. В первой из них неоднородное распределение интенсивности за объектом исследуется с помощью кристалла-анализатора, установленного в окрестности дифракционного отражения (фазодисперсионная интроскопия). Во второй методике детектор устанавливается на некотором расстоянии от объекта в области дифракции Френеля (рентгеновская in-line голография). На основе волнового подхода решены прямые задачи, т.е. развита теория формирования изображения объектов с известной структурой, что подтверждено экспериментально. Обратная задача рентгеновской фазоконтрастной томографии заключается в нахождении фазы и трехмерного пространственного распределения декремента преломления исследуемого объекта по данным интенсивности, измеренной двухкоординатным детектором. Исследуется влияние статистического шума в изображении на точность и однозначность решения обратной задачи восстановления внутреннего строения объекта в зависимости от величины статистических ошибок, разрешения детектора, формы и размеров объектов и ряда других параметров.

Литература:

1. В.А.Бушуев, В.Н.Ингал, Е.А.Беляевская. Волновая теория рентгеновской фазоконтрастной интроскопии. Кристаллография.1998.Т.43.№4.С.586-595.
2. В.А.Бушуев, А.А.Сергеев. Решение обратной задачи реконструкции изображений в методе рентгеновского фазового контраста. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования.2000. №9. С.48-52.

Руководитель направления:

В.А.Бушуев, профессор, доктор физ-мат.наук.

Дворовый корпус, тел.939-12-26; E-mail: yab@runar.phys.msu.ru

Мартенситные превращения и структурная физика сплавов с эффектами памяти формы

Методами рентгенографии и компьютерного моделирования изучаются структурные фазовые превращения мартенситного типа в металлических сплавах, в том числе в сплавах с эффектами памяти формы.

Особое внимание уделяется механизму двойникования кристаллов мартенсита в сплавах с неупорядоченной высокотемпературной фазой. Цель работы состоит в поиске подходящей модели эффекта памяти в сплавах, где основной механизм, обусловленный упорядочением, работать не может. Разработка такой модели может оказаться полезной в решении главной практической задачи – созданию сплавов на основе железа с эффектом памяти формы. Решение этих задач требует знания кристаллографических характеристик мартенситных превращений (ориентационные соотношения, плоскости двойникования, параметры решетки

мартенсита), а также построения модельных точечных дифракционных картин двухфазных объектов.

Литература:

1. Хунджуа А.Г. Структурная физика сплавов с эффектами памяти формы. М. Изд. Моск. ун-та. 1991.
2. Сплавы никелида титана с памятью формы. Екатеринбург, УрО РАН, 2006.

Руководитель направления:

А.Г. Хунджуа, профессор, доктор физ.-мат.наук.
комн. 1-22. т. 939-23-87, E-mail: Khundjua@mail.ru

Физика металлических сплавов

В настоящее время собран большой экспериментальный материал об атомных и электронных свойствах металлических сплавов. Эта информация может быть осмыслена с использованием новых теоретических моделей. Описание физических свойств сплавов и предсказание их новых свойств возможно лишь на микроскопическом уровне. Одной из основных задач физики сплавов является развитие на основе первых принципов теории свойств конкретных сплавов. Такая теория позволит с единых позиций рассчитывать большинство различных свойств многокомпонентных кристаллов хорошо согласующихся с экспериментальными данными. На современной этапе решение этой задачи становится реальным благодаря развитию метода псевдопотенциала. Псевдопотенциальный подход в своей основе является микроскопическим и позволяет решать важные практические задачи. В его основе лежит неизменность рассеивающих свойств остовов атомов в различных многокомпонентных металлических сплавах. Математически введение псевдопотенциала основано на исключении из рассмотрения именно остовных состояний. В одноэлектронном приближении эта процедура является точной и приводит к слабому псевдопотенциалу. Это позволяет ввести малый параметр V_g / E_F и обеспечивает кардинальное развитие теории металлов, поскольку дает возможность использовать секулярные уравнения малого порядка и на этой основе описать как зонную структуру металлов и их энергию связи, а так же многие атомные, электронные и механические свойства. Традиционно считается, что метод псевдопотенциала великолепно описывает атомные и электронные свойства лишь простых металлов. Распространение метода псевдопотенциала, основанное на использовании резонансных модельных потенциалов позволило приступить к успешным расчетам атомных и электронных свойств переходных металлов и сплавов.

Проводятся также экспериментальные исследования межатомных корреляций в твердых растворах с использованием метода диффузного рассеяния рентгеновских лучей. Разрабатываются новые экспериментальные методы исследования межатомных корреляций в твердых растворах.

Литература:

В.М.Силонов "Введение в микроскопическую теорию металлических твердых растворов", изд. МГУ, 2005г.

Руководитель направления:

В.М.Силонов, профессор, доктор физ.-мат наук.
Лаб. 3-33, 939-43-08, e-mail: silonov_v@mail.ru

Синхротронное излучение в исследовании магнетизма

Метод резонансного магнитного рассеяния рентгеновского излучения бурно развивается на синхротронах. Спектры кругового и линейного дихроизма рентгеновского излучения, измеряемые в окрестности К-, $L_{2,3}$ - и $M_{4,5}$ -краев краев поглощения, дают уникальную элементно-селективную информацию об электронной, химической и магнитной структуре образцов. Разделение орбитального и спинового магнитного момента атома осуществляется по асимметрии L_2 и L_3 резонансных линий в спектрах поглощения с помощью «Правила сумм». Рентгеновская магнитооптика позволяет исследовать спектральные зависимости оптических констант в области краев поглощения с помощью эффектов Фарадея, Керра, Фойгта. Магнитная рефлектометрия многослойных магнитных образцов используется для исследования профилей распределения магнитных моментов по глубине структуры. Важной задачей является восстановление магнитных моментов резонансных атомов в интерфейсах по спектрам отражения в брэгговских отражениях разных порядков. Экспериментальная работа ведется в содружестве со станцией ID12 Европейского источника синхротронного излучения. Теоретическая разработка метода отражения требует обобщения теории отражения с учетом анизотропии взаимодействия рентгеновского излучения со слоисто-неоднородной средой и развития способов обработки получаемых экспериментальных данных.

Литература:

1. Андреева М.А., Кузьмин Р.Н. Мессбауэровская и рентгеновская оптика поверхности. Издание Общенациональной академии знаний, 1996.
2. Овчинников С.Г., Использование синхротронного излучения для исследования магнитных материалов, УФН, **169**, 869-887 (1999).
3. Гулон Д., Рогалев А., Вильхем Ф., и др. Оптическая активность рентгеновского излучения: применения правила сумм, ЖЭТФ, 124, No. 2, 445–476 (2003).
4. М.А. Андреева, В.А. Бушуев, Е.Н. Овчинникова, А.П. Орешко, И.П. Прудников, А.Г. Смехова, Численные эксперименты в задачах рентгеновской оптики, Препринт физфака МГУ, Москва, 2005. С.114-134.

Руководитель направления:

Андреева Марина Алексеевна, ведущ. научн. сотр., доктор физ.-мат.наук
Дворовый корпус, 939-12-26

Ядерно-резонансная рефлектометрия

Ядерно-резонансное рассеяние на синхротронах открывает возможность соединять спектральные и дифракционные измерения в одном эксперименте. Ядерно-резонансная рефлектометрия существенно отличается от обычной рентгеновской рефлектометрии по способу измерения, форме рефлектометрических кривых и получаемой информации. Резонансные спектры ядерно-резонансного отражения, измеряются в функции времени задержки после импульса синхротронного излучения, существенно трансформируются с углом скольжения падающего излучения и зависят не только от параметров сверхтонких взаимодействий, но и от распределения по глубине резонансных ядер с различными типами сверхтонких взаимодействий. Интегральные по времени задержки кривые ядерно-резонансного отражения чувствительны к магнитной и изотопной периодичности многослойных пленок, что позволяет исследовать магнитное упорядочение, а также процессы самодиффузии в таких многослойных структурах. Эксперименты с пленками $[^{57}\text{Fe}/\text{V}]^*n$, $[^{57}\text{Fe}/\text{Cr}]^*n$, $[^{57}\text{Fe}/\text{Co}]^*n$ проведены на станции ID18-22N Европейского источника синхротронного излучения. Разрабатывается вычислительный комплекс “REFTIM” для работы с данными по ядерно-резонансному отражению.

Литература:

1. Андреева М.А., Кузьмин Р.Н. Мессбауэровская гамма-оптика. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. Глава III, § 1-6; глава V, § 6.
2. Вертгейм Г., Эффект Мессбауэра, Изд-во «Мир», 1966.
3. М.А.Андреева, Н.В.Андропова, С.М.Иркаев, В.Г.Семенов, А.И.Чечин, Проблемы и перспективы временной мессбауэровской спектроскопии с использованием синхротронного излучения, Поверхность, 1999, № 2, с.114-121.
4. Андреева М.А., Линдгрэн Б., Когерентная ядерно-резонансная спектроскопия в брэгговских отражениях : особенности, основные эффекты и применения к магнитным мультислоям, Препринт физфака МГУ, 2004, №4.

Руководитель направления:

Андреева Марина Алексеевна, ведущ. научн.сотр., доктор физ.-мат.наук.
Дворовый корпус, 939-12-26

Резонансная дифракция рентгеновского излучения в кристаллах

Проводятся исследования резонансной дифракции рентгеновского излучения в кристаллах, изучаются «запрещенные» рефлексы, возникающие при энергиях падающего излучения, близких к краям поглощения атомов. Результаты теоретических разработок группы используются при постановке экспериментов. Численная обработка экспериментальных данных дает информацию об электронной и магнитной структурах, других физических свойствах конденсированных сред. Работа ведется в тесном сотрудничестве с экспериментальными группами на Европейском синхротроне ESRF (Гренобль, Франция), фотонной фабрике в Цукубэ (Япония), синхротронном центре HASYLAB (Германия), синхротроне DIAMOND (Англия) и Курчатовском источнике СИ (Москва, Россия).

Литература:

1. V.E.Dmitrienko, K.Ishida, A.Kirfel, E.N.Ovchinnikova. Polarization anisotropy of X-ray atomic factors and “forbidden” resonant reflections. Acta Crystallographica (2005) V.A61. P.481-493.
2. В.Е.Дмитриенко, Е.Н.Овчинникова. Резонансная дифракция рентгеновского излучения в кристаллах: новый метод исследования структуры и свойств материалов. Кристаллография (2003), т.48. с. S1-S19.
3. V.E.Dmitrienko, E.N.Ovchinnikova. Resonant X-ray diffraction: “forbidden” bragg reflections induced by thermal vibrations and point defects. Acta Cryst. (2000) V. A36. P. 340-347.

Руководитель направления:

Е.Н.Овчинникова, доцент, доктор физ.-мат.наук.
А.П.Орешко, ст. преподаватель, кандидат физ.-мат.наук.

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Заведующий кафедрой — профессор В.С.Днепровский.

Основные научные направления:

Полупроводниковая оптоэлектроника

Изучение физических процессов, приводящих к возникновению сильных резонансных оптических нелинейностей, усилению и лазерной генерации в квази-нульмерных полупроводниковых нанокристаллах (квантовых точках) и в квази-

одномерных полупроводниковых структурах (квантовых волокнах) методами пикосекундной лазерной спектроскопии.

Литература:

1. В.С. Днепровский, Е.А. Жуков, О.А. Шалыгина, В.П. Евтихийев, В.П. Кочешко Захват и рекомбинация носителей в полупроводниковых квантовых точках CdSe/ZnSe. ЖЭТФ, 2004, т. 125, № 1, с. 173-180.
2. В.С. Днепровский, Е.А. Жуков, Д.А. Кабанин, В.Л. Лясковский, А.В. Ракова, Т. Умайер. Нелинейное поглощение и преломление света в коллоидном растворе квантовых точек CdSe/ZnS при резонансном двухфотонном возбуждении. ФТТ, 2007, т. 49, № 2, с. 352-356.
3. E.A. Zhukov, D.R. Yakovlev, M. Bayer, M.M. Glazov, E.L. Ivchenko, G. Karczewski, T. Wojtowicz, J. Kossut. Spin coherence of a two-dimensional electron gas induced by resonant excitation of trions and excitons in CdTe/ (Cd,Mg)Te quantum wells. Phys. Rev. B, 2007, v. 76, № 20, Art. № 205310-1 – 205310-16.

Руководитель:

Профессор Днепровский Владимир Самсонович

к. 2-81; тел. 939-3731, к. 413 корпуса нелинейной оптики; тел. 939-5072

Теория полупроводников

Развитие теории электронного энергетического спектра и явлений переноса в неупорядоченных полупроводниках и полупроводниковых структурах. Построение теории квантового прыжкового переноса в неупорядоченных низкоразмерных системах.

Литература.

1. I.P. Zvyagin. Charge Transport via Delocalized States in Disordered Materials. In: Charge Transport in Disordered Solids with Applications in Electronics (ed. S. Baranovski). John Wiley & Sons, 2006, p. 1–48.
2. I.P. Zvyagin. AC Hopping Transport in Disordered Materials. In: Charge Transport in Disordered Solids with Applications in Electronics (ed. S. Baranovski). John Wiley & Sons, 2006, p. 339–378.
3. И.П. Звягин, А.Г. Миронов, М.А. Ормонт, "Влияние обменного взаимодействия на энергетический спектр электронов в легированных сверхрешетках с контролируемым беспорядком", ЖЭТФ, 2003, т. 33, № 1, с. 79–82.

Руководитель:

Профессор Звягин Игорь Петрович

к. 2-81; тел. 939-3731

Сегнетоэлектрические фазовые переходы в полупроводниках и диэлектриках

Сегнетоэлектрические явления в узкозонных полупроводниках и кристаллах со структурой перовскита с нецентральными примесями и их исследование различными методами, включая EXAFS-спектроскопию. Расчеты свойств кристаллов из первых принципов методом функционала плотности.

Литература:

1. А.И. Лебедев, И.А. Случинская. Определение параметров потенциальной ямы нецентрального атома Ge в твердом растворе GeTe-SnTe методом EXAFS. ФТТ, 2007, т. 49, № 6, с. 1077-1085.
2. И.А. Случинская. Основы материаловедения и технологии полупроводников М., МИФИ (2002).
3. А.И. Лебедев. Физика полупроводниковых приборов. М., Физматлит (2008).

Руководитель:

Профессор Лебедев Александр Иванович

к. 1-55; тел. 939-3917

Новые материалы и методы диагностики неоднородностей полупроводников

Изучение оптических и фотоэлектрических свойств полупроводниковых соединений A^2B^5 в инфракрасной и миллиметровой областях спектра, определение параметров их зонной структуры. Разработка новых фотоэлектрических методов диагностики полупроводниковых структур.

Литература:

1. О.Г. Кошелев, В.А. Морозова и др. Особенности спектральной зависимости коэффициента собирания кремниевых фотопреобразователей, облученных протонами малых энергий. Известия Вузов. Материалы электронной техники. 2008, № 1, с. 52-56.

2. В. А. Морозова, С.Ф. Маренкин, О.Г. Кошелев и др. Оптические и фотоэлектрические свойства моноклинных кристаллов $Zn_{1-x}Cd_xAs_2$. Неорганические материалы. РАН. 2007, т. 43, № 3, с. 263-268.

Руководитель:

С.н.с. Кошелев Олег Григорьевич

к. 1-74; тел. 939-2994

Физика неупорядоченных полупроводников

Неравновесные фотоэлектронные процессы в аморфных, нанокристаллических и органических полупроводниках. Метастабильные фотоиндуцированные состояния в аморфном и нанокристаллическом гидрированном кремнии.

Литература:

1. А.Г. Казанский, П.А. Форш, К.Ю. Хабарова, М.В. Чукичев. Влияние электронного облучения на оптические и фотоэлектрические свойства микрокристаллического гидрированного кремния. ФТП, 2003, т. 37, № 9, с.1100-1103.

2. A.G. Kazanskii, G. Kong, X. Zeng, H. Hao, F. Liu. Peculiarity of constant photocurrent method for silicon films with mixed amorphous-nanocrystalline structure. J. Non-Cryst. Solids, 2008, v. 354, p. 2282-2285.

3. Н.Н. Ормонт, И.А. Курова, Г.В. Прокофьев. Фотоиндуцированная релаксация метастабильных состояний в a-Si:H(B). ФТП, 2005, т.39, № 8, с.960-963.

4. И.А. Курова, Н.Н. Ормонт. Влияние температуры и интенсивности освещения на образование метастабильных состояний в a-Si:H. ФТП, 2008, т.42, № 4, с.447-450.

Руководители:

Гл.н.с. Казанский Андрей Георгиевич

к.2-79; тел. 939-4118

с.н.с. Курова Ида Александровна

к. 1-58; тел. 939-3917

Излучательная рекомбинация в полупроводниках

Излучательная рекомбинация в полупроводниковых соединениях $A^{III}B^V$. Люминесценция гетероструктур с квантовыми ямами. Светодиоды на основе GaN.

Двумерные структуры и сверхрешетки. Полупроводниковые лазеры. Светодиодное освещение.

Литература:

1. А.Э. Юнович. Свет из гетеропереходов. Природа, 2001, № 6, с. 38-46.
2. А.Э. Юнович. Исследования и разработки светодиодов в мире и возможности развития светодиодной промышленности в России. Светотехника, 2007, № 6, с.13-17.
3. М.Л. Бадгутдинов, А.Э. Юнович. Спектры излучения гетероструктур с квантовыми ямами типа $InGaN/AlGaIn/GaN$: модель двумерной комбинированной плотности состояний. ФТП, 2008, т. 42, № 4, с. 438-446.

Руководитель:

Профессор Юнович Александр Эммануилович
к. 1-75; тел. 939-2994

Катодолюминесцентные методы исследования полупроводников

Катодолюминесценция объемных кристаллов, пленок и гетероэпитаксиальных структур полупроводников.

Литература:

1. М.В. Чукичев, Б.М. Атаев, В.В. Мамедов, Я.И. Ализов, И.И. Ходос. Катодолюминесценция гетероэпитаксиальных структур $ZnO/GaN/Al_2O_3$, полученных методом физического транспорта. ФТП, 2002, т. 36, с. 1052-1055.
2. Д.В. Исаков, В.И. Петров, М.В. Чукичев. Катодолюминесценция алмазных пленок. Поверхность, 2004, № 3, с. 101-104.

Руководитель:

Доцент Чукичев Михаил Васильевич
к. 3-83; тел. 939-2996

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И КРИСТАЛЛОВ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН А.Р. Хохлов.

Основные научные направления:

Низкочастотная диэлектрическая дисперсия и пироэффект в кристаллах и полимерах с водородными связями в широком интервале частот и температур
Водородные связи, которые присутствуют в кристаллах, полимерах и биополимерах в сильной степени определяют многие электрофизические и механические свойства. Экспериментальное изучение диэлектрических и пироэлектрических свойств позволяет судить о фазовых переходах в упомянутых выше веществах, организации в них макродиполей (кластеров), ионном транспорте, а также о роли связанной воды в процессах перестройки структуры объекта изучения при изменении температуры, внешних электрических и механических полей.

Литература:

1. Малышкина И.А., Бурмистров С.Е., Гаврилова Н.Д. «Диэлектрическая спектроскопия сульфированного политетрафторэтилена в набухшем состоянии» Высокмолекулярные соединения, серия Б, 2005, т.47, №8, с.1563-1568.

2. Гаврилова Н.Д., Димитрова О.В., Лотонов А.М., Моченова Н.Н., Новик В.К. «О роли кристаллизационной воды в электропроводности синтетических боратов», Вестник Московского университета, серия 3, Физика, Астрономия, 2008, №2, с.44-48.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. Гаврилова Н.Д.

Комната 2-73, тел. 939-44-08.

1) Самоорганизация в полиэлектролитных восприимчивых гелях

Взаимодействие полиэлектролитных гелей с поверхностно-активными веществами (ПАВ). Комплексы гель/линейные полимеры. Термочувствительные гели. Гидрофобно модифицированные полиэлектролитные гели. Микроструктуры в сколлапсировавших гелях, самоорганизация в комплексах гель/ПАВ и гель/линейный полимер. Иономерные эффекты для сколлапсировавших полиэлектролитных гелей. Суперабсорбирующие свойства гелей. Селективная абсорбция гидрогелями. Взаимодействие полиэлектролитных гелей с ионами металлов. Комплексы гидрогелей со стержнеобразными полиэлектролитами и глинами.

2) Микрофазное расслоение, образование других микроструктур в полимерных системах

Микрофазное расслоение в расплавах и растворах блок-сополимеров: фазовые диаграммы для макромолекул сложной архитектуры, неклассические морфологии (биконтинуальная, гироид, волнистые ламелии и т.д.), режим сверхсильной сегрегации. Новые полимерные системы с микрофазным расслоением: полиэлектролитные растворы в плохих растворителях, смеси слабо заряженных полиэлектролитов, иономеры, полимерные смеси и растворы в плохих растворителях вблизи точки стеклования. Микроструктуры в полимерных системах с оставленным фазовым расслоением (за счет сшивки или частичного стеклования).

3) Физическая химия полиэлектролитов, переход клубок-глобула и мицеллообразование в разбавленных растворах, включая коллапс ДНК (теория + эксперимент)

Статистическая механика набухания и коллапса изолированной полиэлектролитной макромолекулы. Переход клубок-глобула в молекулах ДНК. Смешанное полиэлектролит-иономерное поведение. Микроструктурирование и улучшение совместимости в полиэлектролитных системах. Системы с конкуренцией полиэлектролитных и гидрофобных факторов. Образование мицелл в растворах полидисперсных блок-сополимеров и блок-сополимеров с полиэлектролитными блоками. Смеси блок-сополимеров и ПАВ в разбавленных растворах.

4) Полимеры с сильно ассоциирующими группами (теория + компьютерный эксперимент)

Структура и свойства агрегатов, мультиплетов и кластеров. Несферичные агрегаты. Равновесные и кинетически замороженные агрегаты. Суперструктуры, формируемые агрегатами в растворах и расплавах, образование термообратимых гелей. Сильно ассоциирующие полиэлектролиты. Проблема образования микрогелей. Динамические и реологические свойства ассоциирующих полимеров; ли-

нейная и нелинейная вязкость, эффект загустевания при сдвиге. Влияние коллоидных частиц, добавок селективных растворителей.

5) Атомная силовая микроскопия полимерных систем (теория + эксперимент)

Атомная силовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия и другие методики изучения структуры поверхности и локальных свойств полимерных материалов и биополимеров. Морфология и наномеханические свойства нуклеиновых кислот, белков и комплексов липид-белок, липополисахаридов и живых клеток. Процессы самоорганизации в липидных и белковых системах. Биологические и медицинские приложения нанотехнологии и сканирующей зондовой микроскопии.

6) Свойства поверхностей в полимерных системах (теория + эксперимент)

Адсорбция жесткоцепных полимеров, макромолекул с ассоциирующими группами, полиэлектролитов. Образование поверхностных наноструктур адсорбированными блок-сополимерами. Конформации адсорбированных полимерных щеток. Взаимодействие полимер-коллоид.

7) Дизайн первичной структуры сополимеров со специальными функциональными свойствами (теория + компьютерный эксперимент + эксперимент)

Конформационно-зависимый синтез первичной последовательности (инженерия) АВ-сополимеров. АВ-сополимеры со специальной "белковоподобной" первичной структурой. Дальние корреляции в первичной структуре сополимеров. АВ-сополимеры с первичной структурой, "настроенной на адсорбцию". Получение сополимеров методом многократной раскраски. Дизайн первичной структуры сополимеров в задачах сворачивания белков и предбиологической эволюции макромолекул. Экспериментальное получение синтетических сополимеров со специальной первичной структурой.

8) Нелинейные динамические системы на основе полимеров (теория + эксперимент)

Изучение нелинейных явлений в физических и химических системах с реакциями и диффузией в структурированных полимерных матрицах. Дизайн систем со сложным поведением. Исследование возможностей обработки информации сложными нелинейными динамическими системами на основе полимеров. Общие принципы биокомпьютинга.

9) Общие подходы к статистической термодинамике практически значимых сополимеров (теория)

Фазовые диаграммы растворов, расплавов и смесей сополимеров с первичной структурой, полученной в ходе реалистичной полимеризации. Реакционно-индуцированное фазовое расслоение. Взаимосвязь химических и физических факторов в ходе макромолекулярных реакций. Термодинамика сжимаемых полимерных систем. Полимерные смеси с композиционной и химической неоднородностью.

10) Полимеры в сверхкритических растворителях (эксперимент + теория)

Теория и компьютерное моделирование полимерных растворов и гелей в растворителях вблизи критической точки. Образование комплексов амфифильных по-

лимеров в растворителях вблизи критической точки. Набухание и модификация поверхности полимеров в сверхкритических жидкостях (CO_2 , этилен и др.) Внедрение металлоорганических и органических соединений в поверхностный слой полимера с целью создания функциональных полимерных материалов. Образование полимерных гелей в сверхкритических жидкостях.

11) Новые методы химии кремнийорганических соединений

Новые функциональные производные и реагенты для молекулярного дизайна кремнийорганический полимеров, синтез дендримеров, химия и приложения, многолучевые звездоподобные полимеры и дизайн блок-сополимеров, новые направления в полимерной химии.

Литература:

1. А.Ю.Гросберг, А.Р.Хохлов. Физика в мире полимеров. Москва, Наука, 1989.
2. А.Ю.Гросберг, А.Р.Хохлов. Статистическая физика макромолекул. Москва, Наука, 1989.

Руководитель направления:

профессор Хохлов Алексей Ремович,
комн.2-28, тел. 939-10-13.

За информацией обращаться:

1) теоретическая группа – профессор Ерухимович Игорь Яковлевич, профессор Кучанов Семен Ильич, к.2-71, тел. 939-29-59

доцент Крамаренко Елена Юльевна, доцент Потемкин Игорь Иванович, ст.н.с. Говорун Елена Николаевна, н.с. Чертович Александр Викторович, к. 2-70, тел 939-40-13

2) группа компьютерного моделирования – доцент Иванов Виктор Александрович, к.2-28, тел. 939-40-13

3) экспериментальные лаборатории – профессор Филиппова Ольга Евгеньевна, к.3-74, тел. 939-14-64;

профессор Яминский Игорь Владимирович, кор. А, тел. 939-10-09;

профессор Рамбиди Николай Георгиевич к.Ц-29, тел. 939-31-91

доцент Махаева Елена Евгеньевна, д.х.н. Стародубцев Сергей Геннадиевич, к.2-71, тел. 939-29-59;

ст.н.с. Галлямов Марат Олегович к.2-72, тел. 939-14-30

Нелинейная динамика и хаос

В рамках единого подхода обсуждается ряд основных направлений исследования неравновесных процессов, происходящих в распределенных и сосредоточенных системах. Основные направления: самоорганизация и хаотизация; динамический хаос; бильярды; управление динамическими системами и подавление хаоса; подавление хаоса и сердечная аритмия; динамические системы и проблема обработки информации; временные ряды; динамическое моделирование финансовых временных рядов; фрактальные множества; когерентные структуры в хаотических средах; динамика колебательных химических реакций; теория бифуркаций; динамические системы и новые нейрорадиогмы.

Литература:

1. А.Ю.Лоскутов, А.П.Михайлов, Введение в синергетику. М.: Наука, 1990.
2. Шустер, Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988

3. Ю.И.Неймарк, П.С.Ланда, Стохастические и хаотические колебания. М.: Наука, 1987

Руководители направления:

профессор Лоскутов Александр Юрьевич,
д. ф.-м. н. Бриллиантов Николай Васильевич,
н.с. Джаноев Арсен Робертович,
к. 3-24, тел. 939-51-56

Монокристаллы для физических исследований

Рост кристаллов из высокотемпературных растворов. Изучение фазовых диаграмм многокомпонентных систем. Сегнетоэлектрические и суперионные кристаллы, отношения между составом, структурой и физическими свойствами в кристаллах. Поиск новых перспективных кристаллов для нелинейной оптики и других областей современной физики. Синтез и изучение высокотемпературных сверхпроводников.

Литература:

Сборник «Рост кристаллов», т.19, стр.143-165, М.: Наука, 1991

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. Воронкова Валентина Владимировна,
н.с. Харитоновна Елена Петровна,
к.Ц-28, тел. 939-28-83

Физическая акустика кристаллов

Физическая акустика кристаллов. Электродинамика звуковых волн в пьезокристаллах. Генерация и детектирование гиперзвука в пьезокристаллах. Поглощение гиперзвука в различных кристаллах.

Литература:

К.Н.Баранский, Физическая акустика кристаллов. Изд-во МГУ, 1991

Руководитель направления:

профессор Баранский Константин Николаевич
к.1-39, тел. 939-46-78

Исследование углеродных материалов

В настоящий момент главной областью научных интересов является рост наноуглеродных материалов, изучение их свойств и применение в вакуумной электронике. Эта область интересов включает экспериментальное и теоретическое изучение синтеза наноуглеродных материалов, полевой эмиссии электронов, разработку электро-вакуумных приборов на основе наноуглеродных холодных катодов. В сферу интересов входят также выращивание алмазных материалов методом CVD и их применение в качестве теплоотводов, включая синтез алмазных пленок методом CVD, измерение удельной теплопроводности.

Руководитель направления:

профессор Образцов Александр Николаевич,
к.Ц-24, тел. 939-41-26

КАФЕДРА МАГНЕТИЗМА

Заведующий кафедрой — профессор А.В. Ведяев.

Основные научные направления:

Электронная структура, магнитные, кинетические и оптические свойства наноматериалов для спинтроники и магнитофотоники и нетипичных магнетиков

На кафедре выполняются теоретические и экспериментальные исследования магнитных, гальваномагнитных, оптических и магнитооптических свойств различных наноструктур, включая мультислои, нанокомпозиты, гибридные системы, микро- и нанопроволки, новых классов магнитных полупроводников и оксидов, магнитофотонных кристаллов, систем сверхпроводник-ферромагнетик. После открытия в 1988 году явления Гигантского МагнитоСопротивления (ГМС) в магнитных наногетероструктурах возникло новое научное направление на стыке физики и информатики, получившее название «Спинтроника». Основной особенностью данного направления является то обстоятельство, что при создании, считывании и передаче информации используется не только заряд электрона, но и его спин. Сотрудники кафедры внесли значительный вклад в развитие теории переноса спина в устройствах, используемых в спинтронике. На кафедре разработана теория спин-зависящих неравновесных явлений, таких как ГМС, Туннельное магнитосопротивление, эффекты Холла и Керра при учете размерного квантования движения электронов в магнитных наногетероструктурах, эффектов кулоновской и спиновой блокады в низкоразмерных магнетиках, а также взаимного влияния сверхпроводимости и магнитного порядка в наногетероструктурах сверхпроводник/ферромагнетик. В последнее время на кафедре интенсивно разрабатывается теория так называемых спиновых токов и их взаимодействия с намагниченностью наномгнетиков, приводящего к возникновению магнитного крутящего момента. Подобный эффект может сыграть решающую роль при создании нового типа управляемой магнитной памяти с плотностью 1 терабайт/см². Наноструктуры с гигантским и туннельным магнитосопротивлением используются в технике магнитной записи для хранения и считывания сверхплотной информации, а также для создания высокочувствительных магнитных сенсоров. Магнитофотонные кристаллы позволяют значительно усилить магнитооптические эффекты, что нашло применение в устройствах обработки оптической информации. Разработка ферромагнитных при комнатной температуре полупроводников, в частности, ферромагнитного кремния, может оказать революционное влияние на прогресс в спинтронике, магнитофотонике, оптоэлектронике.

Теоретические расчеты спин-торка и нелинейных явлений в наноструктурах осуществляются с использованием техники функций Грина, диаграммной техники Келдыша, формализма Кубо, а также численными методами. При поиске и исследовании свойств новых материалов используются современные напылительные технологии и комплекс автоматизированных установок для измерения магнитных, магнитотранспортных, оптических и магнитооптических свойств магнитных материалов.

Литература:

Ведяев А.В. Использование поляризованного по спину тока в спинтронике, УФН 172 (2002) 1458

1. A. Manchon, N. Ryzhanova, N. Strelkov, A. Vedyayev, and B. Dieny, Modeling spin transfer torque and magnetoresistance in magnetic multilayers, *Journal of Physics: Condensed Matter*, 19, pp. 165212-165254 (2007)
2. A.V. Vedyayev, M.E. Zhuravlev, E.Yu. Tsybal, and B. Dieny, Resistance of a Tunnel Barrier with a Pinhole, *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, 104 No.1, pp. 87-95 (2007)
3. A. Manchon, N. Strelkov, N. Ryzhanova, A. Vedyayev, B. Dieny, and J.C. Slonczewski, Theoretical investigation on the relationship between spin torque and magnetoresistance in spin-valves and magnetic tunnel junctions, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 316 issue 2, pp. e977-e976 (2007)

Руководители направления:

Ведяев Анатолий Владимирович, д.ф.-м.н., профессор,
комната 1-17, тел. (495) 939 3847;

Грановский Александр Борисович, д.ф.-м.н., профессор,
комната 1-15, тел. (495) 939 4787;

Прудников Валерий Николаевич, д.ф.-м.н., профессор,
комната 1-29, тел. (495) 939 2824.

Перов Николай Сергеевич, к.ф.м.н., доцент,
комн.1-30, тел.(495) 939 1847.

Электронная структура и магнитооптические свойства новых магнитоупорядоченных материалов

Методами оптической и магнитооптической спектроскопии исследуются новые магнитные материалы, обладающие гигантским и колоссальным магнитосопротивлением - композитные материалы (ферромагнитный металл/ диэлектрическая, полупроводниковая, сегнетоэлектрическая матрица) многослойные структуры (ферромагнитный металл/полупроводник, сегнетоэлектрик), монокристаллы и эпитаксиальные пленки допированных манганитов, гетероструктуры на основе допированных манганитов. Изучается взаимосвязь структурных и магнитотранспортных свойств с особенностями оптического и магнитооптического отклика и эволюцией электронной структуры изучаемых материалов в зависимости от материала и концентрации магнитной и немагнитной компоненты, технологических параметров получения, толщины слоев и качества интерфейсов и т.п. Проводится исследование магнитооптических свойств новых материалов для спинтроники – разбавленных магнитных полупроводников на основе оксида титана допированного 3d-металлами и тонких слоев GaAs и InAs , допированных Mn. Данные экспериментальные исследования необходимы для установления механизмов формирования магнитных и магнитооптических свойств в наноструктурных магнитных материалах и материалах для спинтроники.

Литература:

Кринчик Г.С. «Физика магнитных явлений» М. Изд.МГУ. 1985г. 336 стр.

Руководители направления:

Ганьшина Елена Александровна , д.ф.-м.н., внс, профессор,
комната 1-16, тел. (495) 939 4043;

Никитин Лев Васильевич, к.ф.-м.н., снс,
комната 1-20, тел. (495) 939 3847;

Исследования нелинейной динамики антиферромагнитных вихрей в доменных границах ортоферрита иттрия

Исследуется нелинейная динамика антиферромагнитных вихрей, движущихся под действием гироскопических сил в доменной границе ортоферрита иттрия. Разработан экспериментальный метод генерации антиферромагнитных вихрей с помощью локального торможения сверхзвуковых доменных границ в ортоферрите. Наблюдение и исследование динамики антиферромагнитных вихрей проводятся с помощью уединенных изгибных волн и эффекта Фарадея в ортоферритах. Динамика вихрей – квазирелятивистская с предельной скоростью равной скорости спиновых волн, как и динамика самих доменных границ. Теория гироскопической силы в ортоферритах, ответственной за динамику антиферромагнитных вихрей, построена А.К.Звездиным с сотрудниками. По мере развития теоретических работ и дальнейших экспериментов будет проведено сравнение наших экспериментальных результатов с теорией А.К.Звездина. Зависимости полных скоростей антиферромагнитных вихрей и скорости вихря вдоль доменной границы от скорости самой доменной границы позволят провести адекватную трактовку и определить топологический заряд вихря. Результаты работы могут представлять интерес для создания новых систем магнитной памяти с повышенной стабильностью и быстродействием.

Литература:

1. M.V. Chetkin, Yu.N. Kurbatova, T.B. Shapaeva, O.A. Borschevsky Quasirelativistic, gyroscopic dynamics of antiferromagnetic vortices on quasirelativistic domain wall of an yttrium orthoferrite. Phys. Lett. A, 337, 2005, 235 – 240.
2. Четкин М.В., Курбатова Ю.Н., Шапаева Т.Б., Борщеговский О.А. Генерация и гироскопическая квазирелятивистская динамика антиферромагнитных вихрей в доменных границах ортоферрита иттрия. ЖЭТФ, 130, 2006, 181 – 188.

Руководитель направления:

Четкин Михаил Васильевич, д.ф.-м.н., профессор,
комн. Ц-21, тел. 939-50-40.

Исследование электронной структуры и магнитных свойств ферро- и ферримагнетиков магнитооптическими методами.

Экспериментально исследуются особенности поведения магнитных и магнитооптических свойств пленок железа и кобальта и тонкопленочных структур на их основе. Исследуются структура и динамические свойства 180-градусных доменных границ на поверхности и в объеме магнитномягких монокристаллических и аморфных ферромагнетиков. Исследуется влияние слабой адсорбции, протекающей по механизму образования водородных связей, на доменную структуру, структуру доменных границ и магнитную восприимчивость магнитномягких ферромагнетиков. Указанный механизм адсорбции широко распространен в природе, он работает, в частности, при адсорбции воды и одноатомных спиртов.

Литература:

Кринчик Г.С. «Физика магнитных явлений» М. Изд.МГУ. 1985г. 336стр.

Руководители направления:

Шалыгина Елена Евгеньевна, д.ф.-м.н., гнс, профессор,
комната РУ-1Л, тел. (495) 939 2435;
Зубов Виктор Евгеньевич, д.ф.-м.н., гнс, профессор,
комната РУ-ЦЛ, тел. (495) 939 5040;

КАФЕДРА ФИЗИКИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

Заведующий — профессор А.Н. Васильев.

Основные научные направления:

Квантовые кооперативные явления в низкоразмерных системах

Исследование квантовых кооперативных явлений в твердых телах, включая сверхпроводимость, магнетизм, ферроэлектричество и различные типы зарядового и спинового упорядочений, а также путей достижения этих квантовых основных состояний. Основными объектами исследований нашей группы являются сложные мателлооксидные и интерметаллические соединения, планируется расширение тематики на пниктиды и халькогениды. Отличительной характеристикой работы нашей группы является стремление к публикации статей только в наиболее престижных научных изданиях, каковых насчитывается не более десятка. Основным критерием качества научной работы в нашей группе считается индекс цитирования печатной работы, в которой излагаются результаты оригинальных научных исследований. Группа выполняет работы по грантам РФФИ, проекты по линии МНТЦ, выполняет государственные контракты, удостоена грантов президента РФ для научной школы и молодых исследователей. Группа участвует в работе совместной Российско - Германской лаборатории на базе Института Физики Твердого Тела и Материаловедения в Дрздене, Германия. Научной группой проводятся опытно - конструкторские работы по сильноточной сверхпроводимости.

Руководитель направления

профессор Васильев Александр Николаевич,
лаб. 2-01 Криогенного корпуса, тел. 939-48-11

Квантовые явления в структурах пониженной размерности

Исследуются полупроводниковые структуры пониженной размерности – квантовые ямы, сверхрешетки, квантовые точки, дельта-слои, нанодисперсные термоэлектрические материалы, структуры на основе углерода (интеркалированные соединения графита, фуллериды, алмазы и др.), пленки на основе оксидов индия и цинка для прозрачных электродов. В аллотропах углерода изучаются сверхпроводимость, температурные особенности электропроводности, влияние допирования и интеркалирования на транспорт носителей заряда. Изучение квантового эффекта Холла при низких и сверхнизких температурах, квантовых осцилляционных эффектов, влияние освещения и сильного магнитного поля, позволяют определять энергетический спектр, механизмы рассеяния, подвижности носителей заряда, целенаправленно управлять важнейшими характеристиками структур, что очень важно при их использовании в электронике. Исследуются разбавленные магнитные низкоразмерные полупроводниковые структуры и термоэлектрики как с точки зрения изучения фундаментальных свойств так и для применения в новой области – спинтронике, то есть для создания приборов с управлением спином электрона. В пленках проводящих оксидов изучаются механизмы электронного транспорта, механизмы рассеяния электронов, в том числе спинзависящее рассеяние, возможности получения максимальной электропроводности при максимальной прозрачности.

Руководитель направления

профессор Кульбачинский Владимир Анатольевич,
лаб. 1-04 Криогенного корпуса, тел. 939-11-47

Дефекты и примеси в узкощелевых полупроводниках

Научная группа занимается экспериментальным исследованием энергетического спектра носителей заряда и магнитных свойств разбавленных магнитных полупроводников (РМП) группы A^4B^6 с примесями переходных и редкоземельных металлов. В рамках этой проблемы изучаются гальваномагнитные, фотоэлектрические и магнитные свойства узкощелевых полупроводников при изменении состава матрицы, концентрации легирующей примеси, а также в условиях гидростатического сжатия. Основными целями исследований являются построение моделей перестройки энергетического спектра носителей заряда в окрестности структурных, электронных и магнитных фазовых переходов, установление связи между электронной структурой и магнитными свойствами этих материалов, разработка методов управления их магнитными свойствами путем управления параметрами электронной структуры с помощью внешних воздействий, поиск новых ферромагнитных РМП.

Руководитель направления

профессор, д.ф.-м.н. Скипетров Евгений Павлович,
к. 2-07 Криогенного корпуса, тел. 939-44-93

Теория конденсированного состояния вещества

Теоретическая группа кафедры ведёт исследования во многих современных направлениях физики конденсированного состояния вещества. Сюда относятся кинетика – теория явлений электронного переноса и релаксации в металлах и полупроводниках; явления в полупроводниках и наноструктурах на их основе в сильных полях; оптика полупроводников и полупроводниковых наноструктур; теория сверхпроводимости; теория переноса излучения в мутных средах; теория термоэлектричества; термодинамика кристаллической решётки.

Руководитель направления

профессор Алексей Владимирович Дмитриев,
Криогенный корпус, т. (495) 939-59-05

Сверхпроводимость

Проводятся исследования неупругого туннелирования куперовских пар в с- направлении в джозефсоновских ВТСП контактах, сопровождающегося эмиссией раман-активных оптических фононов в диапазоне частот до 20 ТГц (фононная спектроскопия). Показано, в частности, что спектры оптических фононов и величина электрон-фононного взаимодействия в $Bi-2212$ и $Bi-2201$ не меняются с допированием во всей области существования сверхпроводимости. С помощью андреевской и туннельной спектроскопии впервые обнаружен скейлинг сверхпроводящей щели и критической температуры у допированных монокристаллов $Bi-2201(La)$, $Bi-2212(La)$ и $Hg-1201$. Подробно исследуется внутренний эффект Джозефсона в наноступеньках (до 30 нм) на поверхности криогенных сколов допированных монокристаллов $Bi-2212$. Продолжаются исследования электромагнитных свойств джозефсоновских ВТСП контактов. Определены такие важные характеристики, как скорость распространения электромагнитной волны в контакте, “электрическая” толщина контактов и поверхностное сопротивление сверхпроводящих берегов. Продолжаются исследования

влияния допирования и температуры на большую и малую сверхпроводящие щели в системе $Mg_{1-x}Al_xB_2$. Продолжаются экспериментальные исследования зависимости энергии леггеттовской моды от величины большой и малой щели в системе $Mg_{1-x}Al_xB_2$. Проводятся исследования влияния температуры на энергию леггеттовской моды в $Mg_{1-x}Al_xB_2$. С помощью андреевской спектроскопии высокого разрешения обнаружена тонкая структура на ВАХ андреевских MgB_2 контактов, указывающая на существование четырехщелевой сверхпроводимости в MgB_2 , предсказанной Коэном и Чоэм.

Руководитель направления

профессор Ярослав Георгиевич Пономарев,
лаб. 1-09 Криогенного корпуса, тел. 939-39-41

Двумерный электронный газ при одноосных деформациях

Свойства двумерных электронов на гетерограницах (в квантовой яме) зависят от множества факторов, в частности, от исходных материалов, уровня и способа легирования, ширины и формы квантовой ямы. Одним из основных факторов, влияющих на свойства гетероперехода, являются сжимающие и растягивающие напряжения в слоях. Иногда специально подбирают полупроводниковые материалы на гетерогранице так, чтобы вырастить сильно напряженную структуру со свойствами, необходимыми в лазерной и ИК технике. В группе разработана оригинальная методика одноосного сжатия монокристаллов и гетероструктур, позволяющая регулировать напряжения по разным кристаллографическим направлениям и изменять параметры двумерного электронного газа. Экспериментально исследуются гальваномангнитные и квантовые эффекты, а также оптические свойства полупроводниковых гетероструктур на основе материалов АЗВ5 при одноосных деформациях.

Руководитель направления

профессор Минина Наталья Яковлевна,
Лаб. 1 – 10 Криогенного корпуса, т. 939-39-41.

Теория сверхпроводимости

Исследование твердых тел при экстремальных условиях (сильные магнитные и электрические поля, высокое давление, допирование, низкие и сверхнизкие температуры). Энергетический спектр полуметаллов и узкощелевых полупроводников. Электронная теория металлов. Квантовые кооперативные явления в конденсированной среде. Классическая и высокотемпературная сверхпроводимость. Электронно-топологические переходы 2,5 рода Лифшица. Системы сильно коррелированных электронов. Влияние особенностей электронной структуры на свойства высокотемпературных сверхпроводников. Низкоразмерный магнетизм. Динамика межслоевых обменных взаимодействий. Нелинейные эффекты в слоистых магнетиках.

Руководители направления

профессор Брандт Николай Борисович,
доцент Ржевский Владимир Васильевич,
к.1-81 физ-фак, тел. 939-43-76.

Ядерный резонанс в низкоразмерных металлооксидных системах

Изучается природа магнитных переходов, низкотемпературной магнитной структуры и характера основного состояния в низкоразмерных системах и соединениях с различной степенью окисления одной из элементов, входящего в

его состав. Применяются методы радиоспектроскопии, обеспечивающие получение информации на микроскопическом уровне. Исследуются новые низкоразмерные металлооксидные соединения. Применение метода ядерного квадрупольного резонанса позволяет определять особенности магнитной структуры во всех температурных диапазонах и изучать влияние магнитных фрустраций на основное состояние магнитных подсистем; метод ядерного магнитного резонанса позволяет изучать характер фазовых переходов и особенностей магнитных взаимодействий как в парамагнитном, так и в магнитоупорядоченном состоянии. Коллектив располагает автоматизированным импульсным спектрометром ядерного квадрупольного резонанса и рефрижератором замкнутого цикла, позволяющим проводить исследования в диапазоне температур 8.5-300 К.

Руководитель направления
профессор Гиппиус Андрей Андреевич,
к. 2-67 физ.фак., т. 939--2085

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Заведующий кафедрой — профессор, член-корреспондент РАН Д.Р. Хохлов.

Основные научные направления:

Полупроводниковые материалы и их применение

Группа под руководством Д.Р. Хохлова занимается исследованием свойств узкощелевых полупроводников и с возможностями практического применения данных материалов. В этой области группой получен целый ряд новых результатов, имеющих фундаментальное значение для физики полупроводников. В частности, он впервые обнаружил и исследовал такие новые физические явления как гигантское отрицательное магнитосопротивление с амплитудой до 10^6 , локализация и делокализация в сверхсильных магнитных полях, СВЧ-стимуляция и СВЧ-резонанс задержанной фотопроводимости, селективная фононностимулированная фотопроводимость, и многие другие. Базируясь на проведенных фундаментальных исследованиях, группой разработаны физические принципы работы фотоприемных устройств инфракрасного и субмиллиметрового диапазонов принципиально нового типа, и сконструирован инфракрасный радиометр на основе этих принципов. Этот радиометр по целому ряду параметров существенно превосходит все известные мировые аналоги. Помимо вышеперечисленных областей, в настоящее время группой развивается ряд новых направлений, в частности, исследование транспортных, оптических и фотоэлектрических свойств супрамолекулярных органических полупроводников, нитридов III группы и некоторых других материалов.

Литература:

Волков Б.А., Рябова Л.И., Хохлов Д.Р. Примеси с переменной валентностью в твердых растворах на основе теллурида свинца. УФН. Т.172 с.875 (2002).

Lead Chalcogenides: Physics and Applications. Vol.18 of the Book Series: Optoelectronic Properties of Semiconductors and Superlattices, ed. D.Khokhlov. Taylor&Francis Books, Inc., 2003, 720 p.

Рябова Л.И., Хохлов Д.Р. Проблема примесных состояний в узкощелевых полупроводниках на основе теллурида свинца. Письма в ЖЭТФ. Т.80 с.143 (2004).

Khokhlov D. Doped lead telluride-based semiconductors: new possibilities for detection of Terahertz radiation. *Int. J. Mod. Phys. B*, V.18 p.2223 (2004).

Руководитель направления:

Член-корреспондент РАН, профессор Хохлов Дмитрий Ремович
Комн. 1-11, П-08 криог. корп., тел. 939-1151

Исследование физических свойств и фазовых превращений в многофункциональных сегнетоэлектрических материалах — кристаллах, жидких кристаллах, тонких пленках

Электрические аналоги ферромагнитных материалов — сегнетоэлектрики (ферроэлектрики) привлекают внимание благодаря огромной диэлектрической проницаемости, нелинейности (в том числе на оптических частотах), уникальным пьезо-, пиро- и электрооптическим свойствам. Получение новых материалов, в том числе в пленочном исполнении, выяснение механизма структурных фазовых переходов, допускающих оптимальное сочетание различных свойств — важная проблема твердотельного материаловедения. Научные исследования лаборатории связаны с комплексным исследованием новых сегнетоэлектрических материалов, выяснению природы сегнетоэлектрических явлений, динамики доменной структуры и механизма фазовых превращений. К исследованиям широко привлекаются студенты; работа финансируется по линии РФФИ и программы “Университеты России”.

Литература:

Струков Б.А., Леванюк А.П. Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах.- М.: Физматлит, 1995.

Davitadze S.T., Kravchun S.N., Mizina N.S., Strukov B.A. Measurements of thermal properties of thin dielectric films and anisotropic solids by ac hot-strip method. *Ferroelectrics*. V.208. p. 279 (1998).

Руководитель направления:

Профессор Струков Борис Анатольевич.
Комн. 5-62; тел. 939-1128

Исследование физических свойств магнитных полупроводников

Магнитные полупроводники привлекают внимание исследователей из-за существующей в них сильной взаимосвязи магнитных, электрических, оптических и упругих свойств. В последние годы наблюдается бум в изучении магнитных полупроводников – оксидных соединений марганца со структурой перовскита, так как в них обнаружено колоссальное магнитосопротивление при комнатных температурах, что позволяет использовать эти материалы в различных сенсорных устройствах. Однако природа этого явления неясна. Научные исследования лаборатории связаны с комплексным изучением магнитных полупроводников — оксидных соединений марганца со структурой перовскита и халькошпинелей с целью выяснения причин, вызывающих в них гигантские магнитосопротивление, магнитострикцию и магнетооптические эффекты.

Литература:

Белов К.П. Ферромагнетики со слабой магнитной подрешеткой. *УФН*, Вып. 166, №6, стр. 671 (1996).

Белов К.П., Третьяков Ю.Д., Гордеев И.В., Королева Л.И., Кеслер Я.А. Магнитные полупроводники – халькогенидные шпинели. М., изд-во МГУ, 1981.

Руководитель направления:
профессор Королева Людмила Ивановна.
Комн. 3-39, тел. 939-2847.

Исследование природы магнитных, магнитоупругих и магнитоэлектрических взаимодействий в новых магнитных материалах на базе редкоземельных и переходных элементов

Исследования в области магнетизма традиционно являются основой для создания новых материалов с улучшенными или необычными свойствами. В то же время при изучении этих материалов возникают новые задачи, представляющие фундаментальный интерес для физики конденсированного состояния и магнетизма. Исследуется взаимодействие электрической и магнитной подсистем в сегнетомагнетиках, которое приводит к возникновению в них уникальных свойств (тороидальное упорядочение, геликоидальные спиновые структуры, необычные фазовые магнитные переходы, индуцированные сильным магнитным полем) (снс, кфмн Кадомцева А.М.). Исследуются спиновые неравновесные состояния и процессы квантового туннелирования в редкоземельных оксидах с изинговскими редкоземельными ионами в купратах (профессор Крынецкий И.Б.). Исследуются спонтанные и индуцированные магнитным полем структурные фазовые переходы в редкоземельных окисных соединениях со структурой циркония с сильными магнитоупругими и ян-теллеровскими взаимодействиями (снс, дфмн Казей З.А.). Ведутся работы по выращиванию новых монокристаллов методами спонтанной кристаллизации и методом Чохральского (кфмн Лукина М.М. и кхн Милль Б.В.).

Литература:

Белов К.П., Звездин А.К. и др. Ориентационные переходы в редкоземельных магнетиках.- М.: Наука, 1979.

Morin P., Kazei Z., Stimulated cooperative Jahn-Teller effect: the case of TmPo₄. Phys.Rev.B, V.55, 8887(1997).

Попов Ю.Ф., Кадомцева А.Н., Воробьев Г.П., Звездин А.К., Тегеранчи М.Н. Магнитоэлектрический эффект и тороидальное упорядочение. ЖЭТФ, Вып.87, с. 146 (1998).

Руководители научных групп:

профессор Крынецкий Игорь Борисович,
с.н.с.Казей Зоя Александровна,

с.н.с. Кадомцева Антонина Михайловна.

Тел.: 939-3918, 939-1142, 939-1145.

Изучение сверхтонких взаимодействий и локальных магнитных состояний в магнитно-упорядоченных сплавах и соединениях

Измерения сверхтонких полей на ядрах ионов, входящих в состав магнитных сплавов и соединений дает возможность определить локальные магнитные моменты этих ионов, их распределение по неэквивалентным кристаллографическим положениям и изучить влияние ближайшего атомного окружения на механизмы формирования локальных атомных моментов. Эти исследования позволяют также определить пространственное распределение спиновой плотности делокализованных электронов и в ряде случаев выяснить механизм обменных взаимодействий в магнетиках. В лаборатории создан комплекс экспериментальных установок, охватывающий наиболее информативные методы изучения сверхтонких взаимодействий: ядерный гамма-резонанс, ядерное спиновое эхо, ядерную теплоемкость при сверхнизких температу-

рах. Получен ряд принципиальных результатов для понимания магнитных состояний в новых объектах: магнитных сверхрешетках, нанокристаллических сплавах, полуметаллических ферромагнетиках и др.

Литература:

Сверхтонкие взаимодействия и ядерные излучения.- Изд.МГУ, 1985.

Мессбауэровская спектроскопия.- М.: Мир, 1983.

Руководитель направления:

профессор Стеценко Павел Николаевич.

Комн. 1-19, тел.: 939-3846, 939-5907.

Исследование магнитных свойств и обменных взаимодействий в кристаллических и аморфных сплавах редкоземельных металлов

Проводятся интенсивные исследования намагниченности, магнитной восприимчивости, магнитной анизотропии, магнитострикции и магнитокалорического и магнитоупругих эффектов в кристаллических и аморфных сплавах редкоземельных металлов. Обнаружены громадные эластокалорические и магнитокалорические эффекты в этих сплавах. Установлены особенности процессов намагничивания в аморфных редкоземельных сплавах. Выявлена специфика магнетизма и обменных взаимодействий в соединениях РЗМ с 3d-переходными металлами и кремнием. Исследована зависимость намагниченности и магнитной восприимчивости от давления. В лаборатории проводятся работы по техническому использованию сплавов РЗМ в магнитных холодильных машинах, в акустических и гидравлических устройствах, в магнитострикционных излучателях и линиях задержки.

Литература:

Никитин С.А. Магнитные свойства редкоземельных металлов и сплавов.- Изд.МГУ, 1989.

Андреев А.С., Никитин С.А., Магнитные свойства аморфных сплавов редкоземельных металлов с переходными 3d-металлами. УФН, 167, №605 (1997).

Руководитель направления:

профессор Никитин Сергей Александрович

Комн. 3-46, 2-64; тел. 939-2912, 939-4902.

Двумерный магнетизм. Магнитное охлаждение

Проводится экспериментальное изучение физических свойств ультратонких (вплоть до одного атомного слоя) 3d и 4f магнетиков. Исследуются микроскопические основы формирования магнитного упорядочения в данном классе объектов. Ведется экспериментальное исследование и численное моделирование магнитокалорического эффекта и энтропии. Цель работы: определить наиболее перспективные рабочие тела для магнитных охлаждающих машин-холодильников следующего века. Данный тип холодильников может быть использован от сельского хозяйства до космоса с экономией энергии до 60 процентов.

Литература:

Tishin A.M., Gschneidner K.A., Pecharsky V.K. Magnetocaloric effect and heat capacity in the phase transition region. Phys. Rev.B, V.59, №1, P.503 (1999).

Кузьмин М.Д., Тишин А.М. Magnetocaloric effect. Part1, Cryogenis 32 6 (1992) 545; Part2 Cryogenis 33 9 (1993) 868.

Руководитель направления:

д.ф.м.н. Тишин Александр Метгалинович

Комн. 1-35; тел. 939-3883.

ОТДЕЛЕНИЕ РАДИОФИЗИКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОЛЕБАНИЙ

Заведующий кафедрой — профессор А.С. Логгинов

Научная проблематика — физика колебаний в нелинейных системах.

Основные научные направления:

Разработка теории и методов прецизионных и квантовых измерений

В группе под руководством чл.-корр. РАН, профессора В.Б. Брагинского работа ведется по следующим научным направлениям:

1. *Развитие общих принципов квантовой теории измерений, в частности теории квантовых измерений с единичными макрообъектами.*

Направление включает разработку методов квантовых неразрушающих измерений; разработку методов обнаружения классического внешнего воздействия на квантовые пробные системы, позволяющих преодолеть стандартные квантовые пределы чувствительности; исследование фундаментальных квантовых ограничений на точность измерения различных наблюдаемых.

2. *Разработка новых топологий и методов съема информации для лазерных гравитационных антенн.*

Современные лазерные гравитационные антенны обеспечивают рекордную на настоящее время точность измерения механических смещений, диктуемую чрезвычайно слабым взаимодействием гравитационного излучения с веществом. Эта точность приближается к т. н. Стандартному Квантовому Пределу — характерному ограничению, за которым решающую роль начинают играть законы квантовой механики. В разрабатываемых в настоящее время антеннах второго поколения этот предел будет достигнут и, возможно, превзойден.

В научной группе ведется разработка новых схем гравитационных антенн, позволяющих получить чувствительность, превышающую Стандартный Квантовый Предел. В частности, активно исследуются возможности использования для этой цели неклассических состояний оптического излучения («сжатого света»), а также ведется поиск принципиально новых топологий гравитационных антенн.

Литература:

V. B. Braginsky, F. Ya. Khalili, Quantum nondemolition measurements: the route from toys to tools, Review of Modern Physics 68, 1 (1996)

V. B. Braginsky, F. Ya. Khalili, Nonlinear meter for the gravitational wave antenna, Physics Letters A218, 167 (1996).

Ф. Я. Халили, Квантовые эксперименты с макроскопическими механическими объектами, Оптика и Спектроскопия 91, 550 (2001).

T. Corbitt, Y. Chen, F. Khalili, D. Ottaway, S. Vyatchanin, S. Whitcomb, and N. Mavalvala, A squeezed state source using radiation-pressure-induced rigidity, Physical Review A73, 023801 (2006).

S. L. Danilishin, F. Ya. Khalili, Practical design of the optical lever intracavity topology of gravitational-wave detectors, Physical Review D73, 022002 (2006).

F. Ya. Khalili, Increasing future gravitational-wave detectors sensitivity by means of amplitude filter cavities and quantum entanglement, *Physical Review D* 77, 062003 (2008).

Руководитель направления:

Профессор Ф. Я. Халили,
комн. 1-63, тел. 939-12-24.

3. Квантовые измерения, нелинейные взаимодействия и фундаментальные шумы
Новые схемы квантовых измерений (невозмущающие, вариационные, «без взаимодействия», «свободные от смещений», с использованием оптической жесткости и пр.), позволяющие преодолеть так называемый Стандартный Квантовый Предел чувствительности.

Нелинейные взаимодействия, усиливающие или ограничивающие чувствительность квантовых и прецизионных измерений, например, оптическая жесткость или параметрическая неустойчивость в лазерных гравитационных антеннах.

Фундаментальные термодинамические шумы температуры и плотности в высокочастотных механических, электромагнитных и оптических системах и возможности уменьшения их влияния.

Литература:

V.V.Braginsky, F.Ya.Khalili, *Quantum Measurement*, Cambridge University Press, 1992.

H.J.Kimble, Yu.Levin, A.V.Matsko, K.S.Thorne and S.P.Vyatchanin, Conversion of conventional gravitational-wave interferometers into QND interferometers by modifying their input and/or output optics, *Physical Review D* 65, 022002 (2002).

С.П. Вятчанин, Ф.Я. Халили, Измерение «без взаимодействия»: возможности и ограничения, *УФН* 174, 765-777 (2004).

T.Corbitt, Y.Chen, F.Khalili, D.Ottaway, S.Vyatchanin, S.Whitcomb, and N.Mavalvala, A squeezed state source using radiation-pressure-induced rigidity, *Physical Review A* 73, 023801 (2006),

V. V. Braginsky, S. E. Strigin and S. P. Vyatchanin, Analysis of Parametric Oscillatory Instability in Power Recycled LIGO Interferometer, *Physics Letters A*, 305, 111-124 (2002).

V. V. Braginsky, M. L. Gorodetsky and S. P. Vyatchanin, Thermodynamical fluctuations and photo-thermal shot noise in gravitational wave antennae, *Physics Letters A*, 264, 1-10 (1999).

V. V. Braginsky, M. L. Gorodetsky, S. P. Vyatchanin, Thermo-refractive noise in gravitational wave antennae, *Physics Letters A*, 271, 303-307 (2000).

Руководитель направления:

профессор С. П. Вятчанин,
комн. 3-30, тел. 939-44-28.

4. Механические колебательные системы с высокой добротностью в экспериментальных исследованиях.

Основным направлением работы группы является создание и исследование высокочастотных механических колебательных систем, а также их использование в прецизионных физических экспериментах. Ключевым параметром колебательных систем от нано-осцилляторов с фемтограммовыми массами до многокилограммовых чувствительных элементов гравитационно-волновых детекторов является высокая добротность. Она позволяет значительно

подавить тепловой шум, что важно для регистрации слабых воздействий. Высокодобротные осцилляторы позволяют также изучать различные тонкие физические эффекты через вносимую ими дополнительную диссипацию энергии. В настоящее время особое внимание направлено на разработку методов «холодного» демпфирования высокодобротных колебательных систем, т. е. уменьшения уровня их теплового шума благодаря связи с низкошумящими электрическими или оптическими системами. Также исследуются различные источники флуктуаций в прецизионных экспериментах, в частности, связанные с электрическими зарядами, находящимися на диэлектрических элементах. Многие исследования проводятся совместно с коллегами из зарубежных университетов в рамках международного проекта по детектированию гравитационных волн.

Литература:

Брагинский В. Б., Митрофанов В. П., Панов В. И., Системы с малой диссипацией. М., Наука, 1981.

Митрофанов В. П., Пономарева О. И., Экспериментальная проверка закона тяготения для малых расстояний. ЖЭТФ, т. 94, вып. 10, с. 16, 1988.

Braginsky V. B., Mitrofanov V. P., Tokmakov K. V., Energy dissipation in the pendulum mode of the test mass suspension of a gravitational wave antenna. Physics Letters A, v. 218, p. 164, 1996.

Prokhorov L. G., Khranchenkov P. E., Mitrofanov V. P., Measurement of relaxation of electrical charge distribution on fused silica sample. Physics Letters A, v. 366, p. 145, 2007.

Руководители направления:

профессор В. П. Митрофанов,
мл.научн. сотр. Л. Г. Прохоров
комн. 1-61, тел. 939-3783

5. Высокодобротные резонаторы в прецизионных и квантовых измерениях

Впервые предложенные и исследованные на кафедре оптические микрорезонаторы с модами типа шепчущей галереи обладают уникальным сочетанием малых размеров (порядка 100 микрометров) и гигантской добротностью $Q \sim 10^{10}$. Такие резонаторы в настоящее время находят все более широкое применение в оптоэлектронике в качестве вторичных стандартов частоты, для стабилизации лазеров, в биологических и химических сенсорах. Другое направление связано с исследованием фундаментальных термодинамических шумов в объеме и диэлектрических покрытиях резонаторов. Совместно с Институтом квантовой оптики (г. Гархинг, Германия) ведутся экспериментальные работы по исследованию взаимодействия ридберговских атомов с отдельными квантами в СВЧ диапазоне.

Литература:

V. B. Braginsky, M. L. Gorodetsky, V. S. Ilchenko, Quality-factor and nonlinear properties of optical whispering-gallery modes, Physics Letters A137, 393-397, 1989.

M. L. Gorodetsky, V. S. Ilchenko, A. A. Savchenkov, Ultimate Q of optical microsphere resonators, Optics Letters, 21, 453-455, 1996.

V. B. Braginsky, M. L. Gorodetsky and S. P. Vyatchanin, Thermodynamical fluctuations and photo-thermal shot noise in gravitational wave antennae, Physics Letters A264, 1-10, 1999.

M. L. Gorodetsky, I. S. Grudinin, Fundamental thermal fluctuations in microspheres, *Journal of the Optical Society of America B*, 21, 697-705, 2004.

M. P. Klembovsky, M. L. Gorodetsky, Th. Becker, H. Walther, Quantum bit detector, *Письма в ЖЭТФ*, 79, 550-553, 2004.

М. Л. Городецкий, А. Е. Фомин, Собственные частоты и добротность в геометрической теории мод шепчущей галереи, *Квантовая электроника*, т. 37, с. 167, 2007.

Руководитель направления

доцент М. Л. Городецкий,
комн. 1-64, т. 939-39-03.

Динамические процессы в приборах и материалах фотоники и спинтроники

В группе под руководством проф. А. С. Логгинова студенты получают возможность ознакомления с физическими явлениями, лежащими в основе создания новых разновидностей микроэлектроники: *спинтроники* и *фотоники*, в которых для хранения, передачи и обработки информации используется не заряд электрона как в традиционной электронике, а иные возможности. Спинтроника использует магнитный момент (спин) электрона, фотоника — иные частицы-переносчики информации (фотоны). Студенты приобретают навыки работы с уникальной регистрирующей аппаратурой, изучают способы теоретического описания и компьютерного моделирования процессов, происходящих в приборах и материалах фотоники и спинтроники.

Исследования проводятся по следующим направлениям:

1. Динамическое преобразование микро- и наноразмерных структур в магнитоупорядоченных средах: физические основы магнитной памяти нового типа

Магнитная память занимает значительный сегмент рынка компьютерной памяти, и ее роль со временем только возрастает. Основным достоинством магнитной памяти является *энергонезависимость*: способность хранить информацию в отсутствие питания. Спиновая электроника призвана объединить быстродействие полупроводниковой электроники с энергонезависимостью магнитной электроники в магнитной памяти произвольного доступа (MRAM). На пути достижения этой цели необходимо решить задачи уплотнения записи информации и увеличения быстродействия. Ни то, ни другое не возможно без изменения самих принципов магнитной записи. В настоящее время они основаны на воздействии магнитных полей, порождаемых электрическим током. Способ создания магнитных полей, восходящий еще к опыту Эрстеда, уже не удовлетворяет возрастающим требованиям миниатюризации, поскольку приводит к недопустимому увеличению плотности электрического тока в материале проводника, и, как следствие, перегреву и деградации устройства. Эти проблемы можно устранить, используя непосредственное действие электрического поля на магнитные свойства материала, как это происходит в магнитоэлектриках. Препятствием на пути немедленного практического использования магнитоэлектриков долгое время были низкие температуры, при которых проявляются магнитоэлектрические свойства вещества.

В 2007 году нами было теоретически предсказано [1], а вскоре экспериментально установлено влияние электрического поля на микромагнитные структуры в образцах пленок ферритов гранатов при *комнатной температуре* [2]. Уменьшение размеров иглы, создающей электрическое поле, должно приводить к уменьшению управляющих напряжений и усилению эффекта. Особое внимание в лаборатории уделяется разработке методов сканирующей зондовой микроскопии с

нанометровым разрешением в применении к магнитоэлектрическим материалам. Управление микромагнитной структурой электрическим полем становится особенно интересным в связи с развитием магнитной наноэлектроники (спинтроники), в которой большую роль играет локализация магнитных неоднородностей в узловых элементах устройств.

Существенным результатом в области альтернативных методов магнитной записи являются обнаруженные нами ранее эффекты [3], позволяющие с помощью лазерного воздействия реализовать основные операции запоминающего устройства:

- запись (зарождение магнитных неоднородностей лазерным лучом);
- сдвиг в регистре хранения (продвижение неоднородности путем лазерного воздействия);
- считывание (оптическое детектирование).

Данные принципы могут быть положены в основу новых подходов к построению устройств твердотельной памяти с оптическим доступом и управлением.

Литература:

1. A.S. Logginov, G.A. Meshkov, A.V. Nikolaev, A.P. Pyatakov, V.A. Shust, A.G. Zhdanov, A.K. Zvezdin, Electric field control of micromagnetic structure, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, v. 310, iss.2, p. 2569-2571 (2007).
2. А. С. Логгинов, Г. А. Мешков, А. В. Николаев, А. П. Пятаков, Магнитоэлектрическое управление доменными границами в пленке феррита граната, Письма в ЖЭТФ, т.86, № 2, с.124-127 (2007).
3. А. В. Николаев, Е. П. Николаева, В. Н. Онищук, А. С. Логгинов, Новые механизмы оптической записи-считывания информации в магнитных средах, Журнал Технической физики 2002, том 73, выпуск 6, с. 50.

Руководитель направления:

доцент А. П. Пятаков
комн. 3-63, тел. 939-41-38.

2. Динамические процессы в оптических волноводах, инжекционных лазерах и оптических усилителях на основе полупроводниковых активных сред.

Изучаются физические процессы, определяющие характеристики излучения одиночных и многоэлементных полупроводниковых диодных лазеров, работающих в видимом и инфракрасном диапазонах, свойства оптических усилителей на основе полупроводниковых гетероструктур и возможности их использования в современных устройствах оптической передачи и обработки информации.

Теоретическое описание динамических процессов в полупроводниковых активных средах включает в себя решение самосогласованных математических задач, учитывающих взаимодействие электромагнитного поля и среды. Постоянное совершенствование вычислительной техники позволяет развивать математические модели, приближаясь к адекватности результатов математического и реального экспериментов. Использование методов компьютерного моделирования позволяет, минуя сложный процесс изготовления приборов, получать информацию о совокупности излучательных характеристик разрабатываемых устройств, сберегая время и средства.

В рамках изучения процессов в лазерных и волноводных структурах в научной группе занимаются компьютерным моделированием следующих объектов:

- Инжекционные лазеры с вертикальным резонатором, излучающие с поверхности;

- Инжекционные лазеры типа «вытекающая волна»;
 - Многоэлементные инжекционные лазеры;
 - Инжекционные лазеры с селективирующими фотонно-кристаллическими структурами;
 - Многослойные полупроводниковые лазерные структуры;
 - Оптические микроструктурированные волокна;
 - Системы передачи и преобразования оптической энергии,
- и другие.

Литература:

Елисеев П. Г. Введение в физику инжекционных лазеров. М. Наука, 1983

Волноводная оптоэлектроника. / Под ред. Т. Тамира, М., Мир, 1991, 574с.

А. С. Логгинов, А. Г. Ржанов, Д. В. Скоров. [Двухмодовые инжекционные лазеры со связанными вертикальными резонаторами, излучающие с поверхности](#). Квантовая электроника, 2006, т. 36, № 6, сс. 520-526.

А. С. Логгинов, А. Г. Ржанов, Д. В. Скоров. Автомодуляция излучения в полупроводниковых лазерах с вертикальным резонатором. Известия РАН. Серия Физическая, 2006, , № 12, 1798-1801.

Руководители направления:

профессор Александр Сергеевич Логгинов

комн. 3-63, тел. 939-41-38;

ст. препод. Алексей Георгиевич Ржанов,

комн. 1-63в, тел. 939-46-97.

Колебательные системы с нелинейными диэлектриками

Научная группа была создана профессором И. В. Ивановым. Первоначально предметом ее изучения явились свойства сегнетоэлектрических материалов и устройств СВЧ на их основе. В группе были выполнены приоритетные работы по определению констант диэлектрической нелинейности кристаллов семейства титаната бария и осуществлению в них параметрического взаимодействия. Впервые был установлен факт рекордно малых для нелинейного кристалла диэлектрических СВЧ-потерь в танталате калия при гелиевых температурах. Открыто и всесторонне изучено явления автоматической стабилизации температуры в колебательных системах с сегнетоэлектриками, которое, как было показано, является специфическим проявлением нелинейного резонанса.

Особое место в деятельности группы заняло обнаружение и исследование стрикционного параметрического возбуждения ультразвуковых колебаний СВЧ накачкой в сегнетоэлектрических резонаторах. Этот эффект — близкий родственник известного в нелинейной оптике вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ). Установлены основные причины, обеспечивающие наблюдение стрикционного параметрического возбуждения при низком пороге накачки: исключительное сочетание материальных параметров кристаллов KTaO_3 и резонансные условия взаимодействия стоячих волн.

Область современных научных интересов группы включает в себя исследование ряда волновых явлений, общими чертами которых являются распределенный характер взаимодействующих полей и частотно-избирательный, резонансный характер взаимодействия. К ним относятся:

- исследование электродинамических свойств открытых диэлектрических резонаторов, одиночных и образующих регулярные решетки (метаматериалы и фотонные кристаллы);

- развитие теории нелинейных взаимодействия различных колебаний (электромагнитных, упругих, температурных и др.) в распределенных системах резонаторного типа, с учетом многообразных динамических режимов и сочетаний взаимодействующих мод;

- исследование процессов автомодуляции в инжекционных полупроводниковых лазерах и оптических микрорезонаторах;

- теория формирования оптических изображений в фотолитографии.

Начато экспериментальное и теоретическое исследование активных метаматериалов оптического диапазона. В этих средах предполагается добиться сочетания отрицательного показателя преломления (как в «левых» материалах) и способности усиливать световые сигналы (как в инжекционных полупроводниковых лазерах).

Литература:

1. Низкотемпературные сегнетоэлектрики: Диэлектрическая нелинейность, потери и параметрические взаимодействия на сверхвысоких частотах. Изв вузов. Физика. 1981. Т.24. №8. С.6-27.

2. Белокопытов Г. В., Иванов И. В., Семенов В. Н. Стрикционное параметрическое возбуждение – новый вид электроакустических взаимодействий в сегнетоэлектриках. Изв. АН СССР, сер. Физ. 1990. Т.54. №4. С.621-628.

3. Sarychev A. K., Tartakovsky G. Magnetic plasmon Иванов И. В., Бузин И. М., Белокопытов Г. В., Сычев В. М., Чупраков В. Ф. ic metamaterials in actively pumped host medium and plasmonic nanolaser. Phys. Rev. 2007. V.B/75. 085436.

Руководитель направления:

доцент Белокопытов Геннадий Васильевич,
комн. 3-78, тел. 939-32-61.

Акустооптика и оптическая обработка информации

Научная группа, созданная профессором В. Н. Парыгиным по инициативе ректора МГУ академика Р. В. Хохлова, занимается исследованием фундаментальных проблем в области лазерной физики, акустики и акустооптики, а также решением прикладных задач обработки информации на основе акустооптического эффекта. Фундаментальное направление включает в себя изучение особенностей акустооптического взаимодействия в средах с сильной оптической и акустической анизотропией в широком диапазоне частот акустических и световых волн. Прикладные исследования направлены на разработку оптоэлектронных устройств и систем управления оптическим излучением и обработки информации. Такие устройства находят применение не только в физических исследованиях с применением лазеров, но также и в астрономии, экологии, военном деле, биологии, медицине и т. д. На основе проведенных теоретических исследований были предложены и экспериментально реализованы новые типы приборов с уникальными характеристиками, не имеющие аналогов в мире. Работы ведутся в тесном контакте с учеными США, Франции, Бельгии и Польши, поддерживаются отечественными грантами и контрактами с зарубежными фирмами.

Ряд работ, выполненных в научной группе, не только имел пионерский характер, но также явился основой для новых направлений в акустооптике. Отметим лишь некоторые из них.

- Развита теория акустооптического взаимодействия для сред с сильной анизотропией акустических и оптических свойств.

- Предсказаны и исследованы новые эффекты в акустооптике: многократное брэгговское рассеяние света, раман-натовская анизотропная дифракция, квази-

коллинеарное акустооптическое взаимодействие, обратное отражение акустических волн при их наклонном падении на границу раздела кристалл-вакуум, анизотропная дифракция света в среде с искусственной анизотропией.

- Предложены и реализованы новые методы обработки оптических сигналов: акустооптическая пространственная фильтрация изображений, визуализация оптического волнового фронта, управление характеристиками акустооптической дифракции с помощью внешнего воздействия.

- Разработаны и созданы устройства, не имеющие мировых аналогов: акустооптические видеофильтры, перекрывающие диапазон от ультрафиолета до среднего ИК (0,19—4,5 мкм); квазиколлинеарные фильтры с чрезвычайно узкой спектральной полосой пропускания порядка 1 ангстрема и рекордно низкой управляющей мощностью 10^{-2} — 10^{-3} Вт; новый класс акустооптических приборов, предназначенных для анализа амплитудной и фазовой структуры световых полей.

- Созданы и исследованы оригинальные устройства стабилизации интенсивности и направления распространения лазерных пучков с использованием обратной связи, имеющие коэффициент стабилизации порядка 10^3 .

Основные направления исследований:

- Акустооптическое взаимодействие пучков, имеющих сложную пространственно-временную структуру (проф. В. И. Балакший);

- Обработка оптических изображений методом акустооптической пространственной фильтрации (проф. В. И. Балакший, доц. В. Б. Волошинов);

- Спектральная фильтрация оптических сигналов (доц. В. Б. Волошинов, с.н.с. Н. В. Поликарпова);

- Акустооптическое взаимодействие в средах с сильной оптической и акустической анизотропией (доц. В. Б. Волошинов, с.н.с. Н. В. Поликарпова, асс. А. Ю. Чернятин);

- Динамические процессы в акустооптических системах с обратными связями (проф. В. И. Балакший, доц. Ю. И. Кузнецов).

Студенты, обучающиеся в группе, знакомятся с методами исследования сложных нелинейно-параметрических систем, углубленно изучают лазерную физику, акустику, кристаллографию, оптоэлектронику. Предлагаемые студентам темы научных работ предполагают как теоретические исследования, так и экспериментальную работу на уникальных установках.

Литература:

Балакший В. И., Парыгин В. Н., Чирков Л. Е. Физические основы акустооптики. М., Радио и связь, 1985.

Парыгин В. Н., Балакший В. И., Волошинов В. Б. Электрооптика, акустооптика и оптическая обработка информации на кафедре физики колебаний МГУ. – Радиотехника и электроника, т.46, №7, с.1-18, 2001.

Balakshy V. I., Kazaryan A. V. Laser beam direction stabilization by means of Bragg diffraction. Optical Engineering, v. 38, n. 7, p. 1154-1159, 1999.

Balakshy V. I., Emelianov S. V. Laser-like acoustooptic generator. Proceedings of SPIE, v. 4514, p. 82-89, 2001.

Руководитель направления:

профессор Владимир Иванович Балакший

комн. 1-65, тел. 939-46-97, e-mail balakshy@phys.msu.ru

Исследование флуктуаций

Научная группа, основанная профессором В. В. Потемкиным, занимается исследованием флуктуационных процессов. Шумы и флуктуации присущи всем без исключения природным системам — естественным и искусственным, и отражают их динамические свойства и структуру. В ряде случаев информацию, которую содержат шумы, трудно или невозможно получить другими методами исследования. Практическая важность изучения шумов обусловлена тем, что флуктуации определяют предельную чувствительность и стабильность измерительной аппаратуры, надежность работы коммуникационных и следящих систем. Работа группы базируется на богатом опыте экспериментальных исследований шумов в разнообразных радиофизических системах, в том числе, приборах зондовой микроскопии. Неизменное внимание уделяется изучению шума со спектром $1/f$ (фликкерного шума) — универсального и загадочного флуктуационного явления. Текущие работы направлены на экспериментальное исследование связи фликкерного шума с дефектами кристаллической решетки в ионных кристаллах, изучение низкочастотных флуктуаций в электрохимических системах, разработку методов исследования шумов с помощью вейвлет-анализа и нейронных сетей. Группа активно сотрудничает с другими научными коллективами в области создания приборов для проведения геофизических и космических исследований, для бортовых систем космических аппаратов и наземных средств их сопровождения. Студентам, работающим в группе, предоставляется традиционно широкий выбор тем исследовательской деятельности, возможность приобрести практические навыки создания и работы с высокочувствительной аппаратурой, освоить методы статистической обработки случайных временных рядов.

Руководитель направления:

доцент Александр Викторович Степанов
комн. 2-58, тел. 939-21-46.

КАФЕДРА ФОТОНИКИ И ФИЗИКИ МИКРОВОЛН

Заведующий кафедрой — профессор А.П. Сухоруков.

Основные научные направления:

Физика нелинейных волн и фотоника

В лаборатории проводятся фундаментальные исследования во многих областях нелинейной оптики и фотоники. Сотрудники вместе с аспирантами и студентами выполняют важные работы по физике солитонов, сингулярной оптике, волнам в метаматериалах с отрицательным показателем преломления, чисто оптическому переключению оптических пучков и импульсов, генерации фемтосекундных импульсов из малого числа осцилляций поля, созданию и применению индуцированных периодических структур.

В лаборатории недавно был открыт эффект полного внутреннего отражения в нелинейной дефокусирующей среде. С его помощью можно реализовать отражение одного оптического пучка от другого, т.е. сделать оптический пучок непрозрачным на определенных длинах волн. С помощью дифракции оптических

волн на лазерно-индуцированных неоднородностях (дефектов в виде цилиндров) можно имитировать течение сверхтекучей жидкости. Эта область исследований становится чрезвычайно важной не только для фотоники, но и физики бозе-эйнштейновского конденсата.

Отметим, что в пространственных солитонах дифракционное расплывание волновых пучков уравнивается действием распределенной нелинейной линзы, возникающей в среде под действием самого пучка. Нелинейное взаимодействие оптических пучков разных частот позволяет осуществлять полностью оптическое управление лазерными пучками без помощи зеркал, призм и линз. При этом наблюдаются эффекты отталкивания (рассеяния), притяжения (слияния), закручивания в спирали (подобно ДНК) оптических пучков. Иными словами, в нелинейной среде с помощью одного пучка можно изменять положение и направление распространения другого пучка. В периодически неоднородных средах можно возбуждать щелевые солитоны, скорость распространения которых в несколько раз меньше скорости волны в линейной среде. При определенных условиях такие солитоны становятся неподвижными.

Интереснейшие явления возникают при формировании и взаимодействии предельно коротких импульсов света, содержащих всего один период осцилляции оптического поля. Методами нелинейной оптики можно генерировать полупериодные импульсы (солитоны) длительностью 10-15 с. Этот раздел представляет особый интерес для терагерцового диапазона частот.

При взаимодействии пучков с винтовыми дислокациями волнового фронта в нелинейных средах происходит рождение, исчезновение и миграция таких дислокаций, перенос дислокаций от одного пучка к другому. Необычные свойства фазовые дислокации приобретают в гиротропных средах.

Отдельный интерес представляет случай, когда одна или несколько частот взаимодействующих волн лежат в области брэгговского резонанса (полосы непрозрачности) фотонного кристалла. Показано, что в этой области возможно эффективное возбуждение как гармонических, так и хаотических сигналов волны на частоте субгармоники.

Студенты лаборатории начинают публиковать свои статьи на 4-5 курсах, они участвуют в выполнении Международных и Российских грантов и проектов, имеют возможность выехать за рубеж для научной работы и на конференции. В лаборатории работают именные стипендиаты физического факультета МГУ, ректора МГУ. Фонда «Династия», фонда «Умник», научного фонда Президента РФ.

Руководитель направления:

профессор, доктор физ.-мат.наук, заведующий кафедрой
лауреат Ленинской, Государственной и Ломоносовской премий
Сухоруков Анатолий Петрович

ком. 2-59, 4-61, 4-68: тел. 939-4418, 939-3317, email: apsmsu@gmail.com

Магнитооптика наноразмерных материалов и фотонных кристаллов

Исследуются магнитные и оптические свойства наноструктурированных материалов, применяемых для создания новых магнитооптических устройств интегральной оптики и фотоники. Одним из наиболее ярких примеров наноструктурированных сред являются фотонные кристаллы – диэлектрические среды, у которых оптические свойства периодически модулированы в пространстве. Период

модуляции сравним с длиной волны используемого излучения. Замечательным свойством такого материала является то, что он полностью пропускает только эти длины волн света, а свет других длин волн полностью отражает. В фотонном кристалле сильно меняется скорость распространения световой энергии (групповая скорость), что приводит, например, к усилению оптических нелинейных эффектов и порождает новые оптические явления. Если пространство между сферами заполнить магнитной жидкостью, то фотонный кристалл становится магнитным и в нем, кроме удивительных оптических свойств проявляются и магнитооптические – эффекты Фарадея и Керра возрастают в сотни раз.

Крайне интересны магнитные наноконпозиты, представляющие собой многослойные пленки магнитных и немагнитных материалов или же магнитные наночастицы в полимерной матрице. Несмотря на то, что наноконпозиты не обладают периодической структурой, их оптические и магнитные свойства обладают рядом уникальных особенностей, поэтому такие объекты очень перспективны для создания новых устройств хранения, записи и считывания информации, магнитных сенсоров, ключей и т.д.

В лаборатории изучают оптические, магнитные и проводящие свойства фотонных кристаллов, магнитных вихрей и магнитных наночастиц. Исследования ведутся в тесном сотрудничестве с научными коллективами Российских и зарубежных институтов и университетов.

Все работы ведутся при финансовой поддержке грантов российских и зарубежных фондов поддержки научных исследований.

Руководитель направления:

старший научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук

Белотелов Владимир Игоревич

ком. 4-64, тел. 939-1134, email: vladimir.belotelov@gmail.com

Создание наноструктурированных магнитных материалов и их применение

В лаборатории ведутся исследования свойств магнитных наноструктур методом ферромагнитного резонанса (ФМР). Интерес к наноконпозиционным материалам, содержащим ферромагнитные компоненты, в значительной степени обусловлен широкими возможностями их практического применения, например, в элементах памяти, датчиках магнитного поля, в высокочастотных устройствах. Намагниченность насыщения наноразмерных частиц может быть значительно больше, чем у объемных материалов того же состава. При исследовании многослойных структур, состоящих из чередующихся слоев магнитных и немагнитных материалов наноразмерных толщин, было обнаружено, что взаимодействие соседних ферромагнитных слоев может переключаться с ферромагнитного на антиферромагнитное в зависимости от толщин немагнитных прослоек. Ток через такие структуры, а, следовательно, и сопротивление, определяются поляризацией спинов электронов, участвующих в токообразовании, что дает возможность использовать магнитное поле в качестве управляющего элемента. В наноструктурах обнаружен эффект гигантского магнитного сопротивления, отмеченный Нобелевской премией 2007 года по физике. Исследованием таких многослойных структур занимаются в лаборатории.

Среди многочисленных исследований наноматериалов одним из важных направлений в настоящее время является (наряду с поисками новых материалов) развитие методов качественного и количественного контроля изготавливаемых эле-

ментов. Несмотря на большое число работ, до сих пор нет достаточной ясности в понимании процессов, сопровождающих структурную перестройку вещества.

Одним из методов исследования магнитных нанокompозитов является метод ФМР. Частоты ФМР зависят от внутренних магнитных полей образца, что позволяет исследовать неоднородности структуры, характер обменных взаимодействий, механизмы потерь и т.д. Этот метод используется для исследования многослойных наноструктур и гранулированных композитов, в которых магнитные наногранулы внедрены в немагнитную матрицу. Исследования ведутся в диапазоне сантиметровых длин волн совместно с кафедрой общей физики и кафедрой магнетизма МГУ, Воронежским университетом, Кубанским университетом, Харьковским политехническим институтом.

Литература

Фролов Г.И., Жигалов В.С. Физические свойства и применение магнитопленочных нанокompозитов. Н.: СО РАН, 2006.

Губин С.П., Кокшаров Ю.А. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства. Успехи химии, 74(6), с.539, 2005.

Руководитель направления:

старший научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук

Лебедева Евгения Васильевна

комн. 2-60, телефон 939-2898

Процессы генерации мощного микроволнового излучения

В лаборатории исследуются коллективные процессы при усилении электромагнитных волн интенсивными электронными потоками. Постановка задачи традиционно выверяется исходными экспериментальными результатами, полученными в “холодном” или “горячем” эксперименте.

Экспериментальный стенд “холодных измерений” расположен на физическом факультете; тестирование “маршевого режима” мощных источников микроволнового излучения выполняется на базе Института радиоэлектроники Академии наук Китая.

Разработка трехмерных моделей для численного анализа взаимодействия электромагнитного поля с интенсивным электронным потоком ведется с привлечением большого набора программных комплексов анализа электродинамических структур.

Исходные модели в 2,5 и трехмерном приближении создаются с использованием платформ STC Particle Studio, Microwave Studio, Poisson и ряда других продуктов. Микроструктурный анализ электронно-волнового взаимодействия в микроволновых вакуумных устройствах проводится на базе кафедральной разработки Arsenal_MSU и MBEG_MSU_3D. В последнее время большое внимание уделяется исследованию новых типов замедляющих структур, 2-х и 3-х мерному компьютерному моделированию и разработке программного обеспечения многолучевой электронно-оптической системы.

Руководитель направления:

доцент, доктор физ.-мат. наук Сандалов Александр Николаевич

комната 2-78, тел. 939-4601, email: sandalov@phys.msu.ru

Телекоммуникационные системы передачи данных

Основные направления исследований лаборатории:

- разработка и внедрение систем мониторинга состояния каналов передачи данных, в том числе создание программно-аппаратных комплексов дифференциального микроанализа потоков данных,
- теоретические исследования режимов и собственных состояний сложных сетевых структур,
- экспериментальные исследования процессов ретрансляции потоков по магистральным высокоскоростным сегментам,
- экспериментальные исследования многокаскадных беспроводных сегментов ретрансляции потоков данных (локальный полигон на территории факультета).

В последнее время активно применяется дискретное моделирование телекоммуникационных систем для тестирования физических и логических процессов в распределенных системах. Разрабатываются модели радиокластеров различной геометрии, систем полнооптической коммутации, анализируется устойчивость режимов обратной связи для сеансов передачи данных нового поколения.

Студентам предлагается участвовать в выполнении работ: кинетика мультисервисных потоков данных, режимы уплотнения «упругих потоков», статистика распределенных радиосистем передачи данных, динамические модели гибридных сетей.

Исследовательские проекты в области телекоммуникаций выполняются на кафедре радиофизики с 1993 года.

Руководитель направления:

доцент, кандидат физ.-мат. наук Сухарева Наталья Александровна
комната 2-78, тел. 939-4601, email: suhareva@phys.msu.ru

Распространение электромагнитных волн в тропосфере

Реализация потенциальных возможностей каналов передачи информации с помощью сантиметровых, миллиметровых и оптических волн затруднена тем, что среда налагает свой отпечаток на распространяющееся в ней излучение. При решении задачи о максимально возможной пропускной способности канала влияние среды рассматривается как помеха, от которой нужно «очищать» сигнал на выходном конце трассы.

В течение нескольких лет группа изучает статистические свойства вариаций параметров микроволн и оптического излучения на приземных трассах. Весьма перспективным оказалось перенесение идеи интерференционных и теневых методов оптики на задачи исследования сред со случайными неоднородностями.

Особый интерес представляют особенности распространения электромагнитных волн на наклонных трассах при малых углах места, в условиях городской застройки, в разных условиях распространения, а также методы компенсации искажений, вносимых турбулентными неоднородностями канала передачи информации.

В последние годы в лаборатории изучается поведение волновых фронтов в условиях «сильных» флуктуаций, вызывающих искажения волнового фронта распространяющегося излучения и появление на нем винтовых дислокаций. Исследования структурной перемежаемости состояний волновых пучков на приземных трассах в сопоставлении с явлениями перемежаемости атмосферной турбулентности позволяют установить новые зависимости, связывающие флуктуационные параметры сигнала и характеристики случайно-неоднородного канала. При этом

весьма полезным оказалось использование фрактальных методов и вейвлет-анализа.

Литература:

Семенов А.А., Арсеньян Т.И. Флуктуации электромагнитных волн на приземных трассах. М., Наука, 1978.

Арсеньян Т.И. Распространение электромагнитных волн в тропосфере. Учебное пособие. Томск, ТУСУР. 2006.

Руководитель направления:

ведущий научный сотрудник, доктор физ.-мат. наук

Арсеньян Татьяна Ишхановна

комн. 5-22, тел. 939-15-86; e-mail: arsenyan@mail.ru

Распространение радиоволн и беспроводная связь в урбанизированной среде

Городская среда представляет собой сложную физическую среду с высокой степенью неоднородности и анизотропии. Проводимые нами исследования явлений дифракции, интерференции, рассеяния, отражения, дисперсии интересны как с фундаментальной, так и прикладной точек зрения. Особый интерес представляет исследование явления многолучевого распространения – наличия многих трасс распространения радиосигнала с различным временем распространения, что приводит к существенной дисперсии.

Изучаются физические эффекты, возникающие при распространении радиоволн в этих средах, выявляются преобладающие механизмы в зависимости от частотного диапазона, типа сигнала, используемого для приема-передачи, конкретных условий (среды) распространения радиоволн. Создаются радиофизические модели среды распространения радиоволн, анализируются и разрабатываются методы прогнозирования.

Анализ импульсной характеристики (профиля задержек) и ее зависимости от несущей частоты позволяет получить информацию о физических процессах в канале.

Исследуются свойства современных беспроводных систем связи (мобильная и подвижная связь, цифровое телевидение и радиовещание (DVB, EUREKA), беспроводной интернет (WiFi, WiMax) и др.) в урбанизированной среде – городе и внутри зданий. Проводятся экспериментальные исследования работы систем цифровой радиосвязи в многолучевой среде распространения радиоволн. Создаются приемо-передающие радиотехнические системы.

Лаборатория располагает всем необходимым радиоизмерительным оборудованием последнего поколения для проведения измерений (Rohde&Schwarz), а также современным лицензионным программным обеспечением (AWR Design Environment, CST Microwave Studio).

Руководитель направления:

доцент, кандидат физ.-мат. наук Королев Анатолий Федорович

комн. 2-55, тел.: 939-42-09

Взаимодействие и распространение электромагнитных волн в слоисто - неоднородных средах

В лаборатории проводятся теоретические и экспериментальные исследования процессов взаимодействия и распространения электромагнитных волн в слоисто - неоднородных средах.

Исследуется взаимодействие волн оптического и микроволнового диапазона с металлами, диэлектриками и полупроводниками. Изучается распространение световых пучков с ограниченной апертурой, поляризационные, кросс - модуляционные и нелинейные эффекты, влияние потерь, рассеяния, а также распространение сверхкоротких световых импульсов.

Полученные результаты служат основой для разработки в лаборатории новых методик решения прямых и обратных задач взаимодействия и распространения электромагнитных волн в веществе, созданию новых оптических, инфракрасных и микроволновых элементов.

Руководитель направления:

профессор, доктор физ.-мат. наук Козарь Анатолий Викторович
комн. 2-77, тел.: 939-27-75, 939-55-16

Микроволновая электроника и беспроводная передача энергии

В лаборатории изучаются две важные проблемы микроволновой физики: (I) динамика поперечно-волновых взаимодействий и параметрических явлений в микроволновой электронике и (II) радиофизические аспекты беспроводной передачи энергии. Численное моделирование и компьютерный анализ процессов в поперечно-волновых устройствах для генерации, усиления и преобразования микроволн тесно связаны с экспериментальными исследованиями. Широко используются развитые трехмерные модели электронных потоков. Результаты исследований используются для разработки микроволновых устройств с уникальным набором параметров – ЛБВ с циркулярно-поляризованной волной, циклотронный преобразователь энергии и др.

Исследуются задачи экологически чистой и безопасной микроволновой передачи энергии для наземных и космических применений, формирования оптимального профиля микроволнового луча, высокоэффективного преобразования микроволн в постоянный электрический ток. Разрабатывается проект микроволновой передачи энергии для многомодульной космической системы для роста высококачественных кристаллов полупроводников в условиях микро-гравитации.

Руководитель направления:

доцент, кандидат физ.-мат. наук Саввин Владимир Леонидович
комн. 4-60, тел. 939-4088, email: savvin@phys.msu.ru.

Распространение радиоволн и адаптивная обработка сигналов

Лаборатория занимается вопросами, связанными с оптимальным приемом информации, передаваемой по природным каналам связи – ионосферному, тропосферному, космическому. Работы лаборатории ведутся в двух направлениях:

- изучение статистических и детерминированных свойств радиоволн, распространяющихся по природным каналам и использование этих свойств для целей оптимального радиоприема в системах радиосвязи, пеленгации и локации,
- разработка методов и устройств оптимальной обработки и приема сигналов, распространяющихся по природным каналам связи; важное место в этом разделе занимают работы, посвященные адаптивным антенным системам.

Задачи построения устройств оптимального приема электромагнитных волн могут решаться только на основе физически обоснованных принципов, учитывающих основные особенности распространения волн по природным каналам.

Именно такой подход лежит в основе всей деятельности лаборатории, поэтому в выполняемых работах сочетаются элементы фундаментальных и прикладных исследований в области распространения радиоволн.

Литература:

Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов. – М.: Радио и связь. 1989. – 440 с.

Руководитель направления:

доцент, кандидат физ.-мат. наук Потапова Надежда Владимировна
комн. 5-64, телефон 939-2441

Электромагнитная экология

Экологические аспекты взаимодействия биологических систем с электромагнитным излучением искусственного происхождения - интересное и достаточно новое направление деятельности кафедры. Последние три десятилетия широко ведутся исследования по изучению воздействия низкоинтенсивных ЭМИ (плотность потока мощности меньше 10 мВт/см^2) различных диапазонов волн на биологические объекты разной степени организации. Такое воздействие иногда называют нетепловым, так как нагрев не превышает $0,1^\circ\text{К}$. Как показывает накопленный экспериментальный материал, последствия воздействия низкоинтенсивного ЭМИ оказываются более существенными, чем теплового. Важным является и то, что порог плотности мощности низкоинтенсивного ЭМИ, при котором уже наблюдаются эффекты его воздействия, едва превышает уровень естественного электромагнитного фона ().

В нашей лаборатории была проведена серия экспериментов по облучению питательной среды, воды, дистиллированной и бидистиллированной воды низкоинтенсивным миллиметровым излучением. Было зафиксировано, что после снятия воздействия наблюдаются длительные (порядка часов и даже суток) изменения времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации, а также изменения оптической плотности в УФ диапазоне спектра. Некоторые из полученных результатов наших исследований уже сейчас находят практическое применение в медицине и экологии.

Руководитель направления:

доцент, кандидат физ.-мат. наук Гапочка Михаил Германович
комн. 2-53, тел.: 939-29-64

Волоконная оптика и лазеры

Кафедра сотрудничает с Научным центром волоконной оптики при ИОФ РАН (директор – академик Е.М. Дианов). - ведущим научным центром в области волоконной оптики в России и одним из мировых лидеров, известным целым рядом пионерских работ по технологии волоконных световодов, волоконным лазерам и усилителям, физике нелинейных эффектов в световодах. НЦВО при ИОФ РАН имеет богатый опыт международного сотрудничества с компаниями-производителями волоконных световодов и систем. В Центре проводятся исследования по таким направлениям, как физические свойства световодов с новыми легирующими добавками к кварцевому стеклу (керровская нелинейность, рамановское рассеяние, дисперсия, механизмы оптических потерь, точечные дефекты); специальные волоконные световоды (высоколегируемые германием и

фосфором, с сердцевиной из германатного стекла, с сердцевиной, легированной азотом, световоды с меняющейся дисперсией по длине); микроструктурированные волоконные световоды и фотонные кристаллы. В лаборатории изучаются точечные дефекты кварцевого стекла и световодов (эксперимент и теория), специальные волоконные световоды (разработка и исследование), выполняется спектроскопия новых материалов для волоконной оптики.

Руководитель направления:

научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук Двойрин Владислав Владимирович
НЦВО РАН, тел.: +7(499)503-8293; vlad@fo.gpi.ru

Физика наноструктур

В лаборатории спектроскопии наноматериалов Института общей физики РАН проводятся фундаментальные и прикладные исследования в области физики нанотрубок. Тематика экспериментальных работ охватывает следующие научные проблемы: (I) синтез одностенных углеродных нанотрубок и BN:C гетерофазных нанотрубок дуговым и химическим газофазным методом; (II) исследование оптических свойств нанотрубок методами комбинационного рассеяния света, спектроскопии оптического поглощения и фотолюминесценции; (iii) разработка устройств вакуумной электроники (цифровых индикаторов» источников света, дисплеев) с катодами из одностенных углеродных нанотрубок); (iiii) нелинейно-оптические свойства нанотрубок и применение их для генерации сверхкоротких (фемтосекундных) импульсов в твердотельных (включая волоконные) лазерах.

Руководитель направления:

научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук Образцова Ольга Дмитриевна
рук. лаборатории спектроскопии наноматериалов при ИОФ РАН
Тел.: +7(499)503-8206, (495)135-3002; e-mail: elobr@kapella.gpi.ru

Спектроскопия воды

В лаборатории субмиллиметровой диэлектрической спектроскопии Института общей физики РАН проводятся комплексные исследования спиновых изомеров воды. Известно, что молекула воды H_2O реализуется в одной из двух форм – орто и пара. Молекула пара воды обладает нулевым ядерным спином, а у молекулы орто воды ядерный спин равен единице. Взаимные превращения орто-пара, пара-орто запрещены (маловероятны). Орто и пара вода химически неразличимы. В водяном паре содержится смесь долгоживущих орто и пара молекул в отношении 3:1. Теоретически, орто и пара молекулы могут быть пространственно разделены. В лаборатории разрабатываются методы получения орто и пары воды в чистом виде. Орто и пара молекулы имеют разные вращательные спектры. В проведенных экспериментах отмечен орто-пара дублет, отражающий состав зондируемого водяного пара. В экспериментах зарегистрировано нарушение 3:1 орто-пара отношения при контакте водяного пара с адсорбентом. Установлено, что диаграммы состояния пар-конденсат (на адсорбенте) разные для орто и пара воды. Таким образом, орто и пара вода – реально существующие вещества, свойства и роль которых в природе еще предстоит исследовать. Природа приспособилась к соотношению 3:1 и возникает вопрос, чем чревато нарушение 3:1 равновесия? Пока не ясно. Можно предположить, что где-то в природе присутствует процесс орто-пара разделения.

Руководитель направления:

профессор, доктор физ.-мат. наук Волков Александр Александрович
рук. отделом субмиллиметровой спектроскопии при ИОФ РАН;
тел.: +7 499 135-7974; aavolkov@ran.gpi.ru

Пьезокварцевое микровзвешивание

В последнее время широкое распространение приняло применение масс-чувствительных датчиков на основе пьезоэффекта. Практика применения этих датчиков показала, что физические характеристики среды, окружающей пьезокварцевый резонатор, сильно влияют на его радиотехнические характеристики (изменение базовой частоты). Современная схемотехника позволяет измерить радиофизические параметры пьезоэлектрического резонатора с большой точностью. При базовой частоте резонатора до 15 МГц погрешность измерения частоты 0,1 Гц. Таким образом, относительная ошибка измерения смещения частоты пьезокварцевого резонатора составляет весьма малую величину $\approx 10^{-10}$. В лаборатории проводятся эксперименты по применению эффекта микровзвешивания для измерения индукции слабого магнитного поля и определения коэффициента диэлектрической проницаемости смесей жидкости.

Руководитель направления:

младший научный сотрудник, Алешин Юрий Константинович
комн. 4-55, тел.: 939-30-40, e-mail: aljoshin@gmail.com

КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Заведующий кафедрой — профессор А.Ф. Александров

Основные научные направления:

Круг проблем, которые изучаются на кафедре физической электроники, чрезвычайно широк и разнообразен. Под физической электроникой традиционно понимают обширную область физики, изучающую основные закономерности явлений, связанных с движением свободных носителей заряда (чаще всего электронов, отсюда и само название) как в вакууме, так и в различных средах. Эти носители образуют газоразрядную плазму и плазму твердых тел (металлы, полуметаллы, полупроводники и пьезоэлектрики). Изучение разнообразных процессов и явлений в плазменных средах и их закономерностей является физической основой создания различных устройств и приборов современной электроники – от мощных источников излучения до технологии и диагностики элементов современной микро- и нанoeлектроники. Если речь идет о практическом использовании потоков заряженных частиц в вакууме, то говорят о вакуумной электронике, если в конденсированной среде – о твердотельной электронике, если в газовой среде – о плазменной электронике. Все эти исследования проводятся в рамках научных лабораторий кафедры, Научно-учебного центра субмикронной технологии и диагностики материалов электронной техники, Учебно-научного центра физических основ плазменных и лучевых технологий Минобрнауки РФ и РАН, Центра коллективного пользования МГУ.

Кафедра располагает большим парком современного научного оборудования: мегаджоульный емкостной накопитель энергии “Фотон”, высокоточный релятивистский электронный ускоритель “Тандем”, современные установки молекулярно-лучевой эпитаксии, растровые электронные микроскопы, оже- и КР-спектрометры, рентгеновские микроанализаторы, сверхвысоковакуумные камеры, оснащенные масс-спектрографами и источниками ионов и электронов, установки для лазерного, ионно–лучевого и плазменного напыления тонких пленок. Большое внимание уделяется практическому внедрению научных разработок. Кафедра имеет активные связи с ведущими научными центрами России, США, Европы и Юго-Восточной Азии. На кафедре работают 12 докторов (в том числе 2 лауреата Государственных премий) и 25 кандидатов наук.

Кафедра готовит студентов и аспирантов по специальностям «Физика плазмы» и «Физическая электроника». На кафедре читаются свыше 20 специальных курсов (в том числе, отделенческие курсы «Колебания и волны в плазменных средах» и «Физические основы электроники твердого тела»), работают 3 спецпрактикума. Параллельно основным курсам читается блок лекционных курсов, ориентированных на изучение физических основ современных технологий, микро- и нано-электроники и материаловедения.

Зав. каф., д.ф.-м.н., проф. А.Ф.Александров,
к. 1-57, т. 939-25-74

Плазменная сверхзвуковая аэродинамика

В последнее десятилетие наблюдается чрезвычайный интерес к исследованию взаимодействия высокоскоростных (сверх- и гиперзвуковых) газовых потоков с принудительно организованными плазменными образованиями, обусловленный перспективами использования “плазменного управления” потоком для различных практических приложений в сверхзвуковой аэродинамике. Среди них: снижение лобового сопротивления и сопротивления трения элементов конструкции летательных аппаратов, управление потоком на входе в воздухозаборники гиперзвуковых прямоточных двигателей, инициирование и стимулирование процессов горения в камерах сгорания таких двигателей. Электрические разряды являются одним из самых эффективных способов создания плазменных областей в сверхзвуковом потоке. В лаборатории исследуются различные типы разрядов (самостоятельные и несамостоятельные, объемные и поверхностные, электродные и безэлектродные, непрерывные и импульсные, поперечные и продольные по отношению к направлению газового потока, разряды постоянного тока, ВЧ и СВЧ разряды), а также высокоскоростные плазменные струи, создаваемые различными генераторами плазмы. Плазменные образования создаются как в неподвижном газе, так и в сверхзвуковых потоках (числа Маха потока $M=2-4$), как в воздухе, так и в углеводородно-воздушных смесях. Развита различные методы диагностики плазмы в потоке, созданы уникальные экспериментальные стенды. Сюда же примыкает и проблема создания долгоживущих светящихся образований (шаровых молний). Подобные исследования позволяют найти новые способы транспортировки энергии и вещества, получить новые физические объекты с уникальными свойствами, выяснить свойства плазмы в сложных гетерогенных условиях. Эти объекты представляют сложные плазмодинамические и плазмогетерофазные системы (включая твердотельную и аэрозольную компоненты).

Руководители направления:

Зав. каф., д.ф.-м.н., проф. А.Ф.Александров,
к. 1-57, т. 939-25-74 ,

д.ф.-м.н., проф. В.М.Шибков,
к. ПДК-9, т. 939-13-37

д.ф.-м.н., проф. А.П.Ершов,
к. Ц-65а, т. 939-17-87

д.ф.-м.н., в.н.с. В.Л.Бычков,
к.ф.-м.н., доц. В.А.Черников
к. П-78, т. 939-38-85

Электродинамика плазмы и плазменная СВЧ электроника

Группа занимается фундаментальными и прикладными исследованиями в области физики неравновесной плазмы. Одним из основных прикладных научных направлений в настоящее время является плазменная релятивистская СВЧ электроника. Зарождение этого направления связано с открытием явления пучковой неустойчивости в плазме, т.е. возбуждения в плазме электромагнитных волн СВЧ диапазона при прохождении электронного пучка. Исследования в области плазменной СВЧ электроники посвящены теоретическому изучению механизмов вынужденного излучения электронных пучков в плазме (черенковская неустойчивость, циклотронная неустойчивость, аномальный и нормальный эффекты Доплера). Проводится компьютерное моделирование. Прикладные исследования в области плазменной релятивистской СВЧ электроники осуществляются в тесном контакте с группой экспериментаторов под руководством д.ф.-м.н., проф. П.С.Стрелкова (ИОФРАН). В данной группе впервые экспериментально реализованы плазменные СВЧ усилители и генераторы, рассчитанные на кафедре, и не имеющие аналогов в Мире.

Фундаментальные исследования, проводимые группой, посвящены общим вопросам электродинамики сред с пространственной дисперсией, теории вынужденного излучения и теории неустойчивостей релятивистских электронных пучков в плазме и плазмоподобных средах. Большое внимание уделяется нелинейному аномальному эффекту Доплера в плазме, колебаниям и волнам в неоднородной магнитоактивной плазме и компьютерному моделированию электромагнитных процессов в неравновесной плазме, теории плазменных лазеров на свободных электронах.

Руководители направления:

д.ф.-м.н., проф. М.В.Кузелев,

д.ф.-м.н.,

проф. А.А.Рухадзе,

к.ф.-м.н., доц. И.Н.Карташов

к. Ц-60а (левая), т. 939-14-34

Взаимодействие заряженных частиц с поверхностью

При взаимодействии ускоренных ионов с поверхностью твердых тел наблюдается целый комплекс процессов, связанных с эмиссией различного рода вторичных частиц, рассеянием бомбардирующих ионов поверхностью, проникновением ионов вглубь твердого тела и т.д. Особое место в этом ряду занимает явление эмиссии атомов твердого тела, получившее название распыления и играющее основную роль в разрушении поверхности. Экспериментальные и компьютерные исследования пространственных распределений частиц, распыленных из одно- и многокомпонентных мишеней, изучение процессов формирования нанорельефа на поверхности различных материалов, создание наноструктур как с помощью

распыления, так и путем ионного внедрения, направлены на разработку физических основ новых нанотехнологий.

Изучаются основные закономерности и механизмы формирования зарядовых состояний атомных частиц при их взаимодействии с поверхностью твердых тел и наноструктур, а также влияние электронных переходов на возможности диагностики и селективной модификации поверхности.

Подобного рода исследования зарядового состояния эмитированных и рассеянных частиц позволяют определять элементный состав и структуру поверхности твердого тела. В частности, создание количественной теории вторичной ионной эмиссии (ВИЭ) особенно актуально, так как на текущий момент методика вторичной ионной масс-спектрометрии является наиболее чувствительным методом исследования элементного состава поверхности.

Исследования особенностей электронной структуры объектов нано- и молекулярной электроники открывает принципиально новые возможности применения ионного облучения, основанного на резонансной электронной перезарядке. Например, медленные ионы за счет резонансной перезарядки могут ионизовать только определенные (резонансные) валентные орбитали. Это приводит к разрыву соответствующих связей и селективной модификации структуры нанобъектов. Перезарядка для таких систем демонстрирует также возникновение квантово-размерных эффектов. Помимо этого проводится исследование ряда конкретных задач, общим для которых является исследование электронного обмена атомной частицы с поверхностью твердого тела и системами пониженной размерности (тонкие пленки, наноструктуры).

Медленные электроны также способны модифицировать поверхность. Это происходит за счет генерации и последующего распада электронных возбуждений, что в конечном итоге может приводить к эмиссии атомных частиц (электронно-стимулированная десорбция). Таким образом, изменяется как состав, так и структура поверхности. А это, в свою очередь, в сильной степени влияет на процессы роста пленок, что позволяет направленным образом изменять их свойства.

Руководители направления:

д.ф.-м.н., в.н.с. В.С.Черныш

к. 3-57, т. 939-29-89,

к.ф.-м.н., доц. С.С.Еловиков, к.ф.-м.н., н.с. Е.Ю.Зыкова

к. 1-71, т. 939-29-37,

к.ф.-м.н., асс. И.К.Гайнуллин,

к. Ц-60, т. 939-19-79.

Новые углеродные материалы

В группе ведутся работы по развитию методов синтеза и исследованию электрофизических свойств новых аллотропных форм углерода – линейно-цепочечного (карбина) и гранецентрированного (ГЦК) углерода. Проводятся исследования, направленные на применение низкоразмерных углеродных систем в нанoeлектронике.

По разработанной в группе технологии получен новый углеродный материал на основе sp^1 -связей с исключительно высокими автоэмиссионными характеристиками, которые существенно выше, чем у известных углеродных модификаций (нанографит, нанотрубки, аморфный алмаз и др.). Это позволяет использовать sp^1 -углерод для создания широкого класса устройств на основе полевой эмиссии

электронов (гигантские плоские демонстрационные дисплеи, высокоэффективные источники света, рентгеновские трубки и др.).

На основе карбина созданы уникальные биосовместимые покрытия медицинских имплантантов, опробованные в сердечно-сосудистой медицине, хирургии, офтальмологии, урологии и др.

д.ф.-м.н., в.н.с. М.Б.Гусева, к.ф.-м.н., с.н.с. В.В.Хвостов,

к.ф.-м.н., асс. Н.Ф.Савченко

к. Ц-60а (правая), т. 939-29-53

Физика электрических разрядов и плазменные ВЧ технологии

В настоящее время происходит бурное развитие плазменных и ионно-пучковых технологий, которые применяются при производстве микросхем, антикоррозионных, упрочняющих, энергосберегающих, гидрофильных и гидрофобных покрытий металлов и диэлектриков, материалов, обладающих уникальными свойствами. Ведутся работы по использованию плазмы для повышения эффективности работы двигателей автомобилей и оптимизации очистки выхлопных газов.

Одним из важнейших вопросов организации плазменного технологического процесса является разработка источников плазмы, обладающих свойствами, оптимальными для данного технологического процесса, например, высокой однородностью, заданными плотностью плазмы, энергией заряженных частиц, концентрацией химически активных радикалов. Ведутся систематические работы по разработке физических принципов рабочих процессов источников плазмы, а также разработке действующих моделей источников плазмы и плазменных реакторов.

Другим направлением исследований является детальное изучение физических механизмов емкостного ВЧ разряда с целью создания неравновесной плазмы с заданным электронным энергетическим спектром, применяемой в современных высоких технологиях, лазерной технике, плазменных дисплеях и плазмохимии.

Развитие современных технологических реакторов требует увеличения обрабатываемых подложек (до 400 мм) при сохранении однородности поля и увеличении скорости протекающих процессов. Получен ряд фундаментальных результатов в общей теории разряда важных для решения данной проблемы – обобщено уравнение плазмы и слоя Ленгмюра и Тонкса, учитывающее дополнительно перезарядку ионов, применимое при произвольном соотношении между длиной свободного пробега ионов и размерами системы. Теоретически получены двумерные распределения плотности плазмы в реакторе низкого давления при учете инерции ионов. В работах группы показано, что на границе плазмы с металлом в условиях неравновесности контакта возможно существование поверхностных волн. Исследуются особенности распределения полей в разряде в СВЧ диапазоне, при использовании целевых антенн. В настоящее время такие антенны широко используются для возбуждения плазмы в СВЧ диапазоне.

Зав. каф., д.ф.-м.н., проф. А.Ф.Александров

к. 1-57, т. 939-25-74,

д.ф.-м.н., доц. В.П.Савинов

к. Ц-60а (левая), т. 939-14-34,

к.ф.-м.н., с.н.с. Е.А.Кралькина

к. ЦКП 1-1, т. 939-47-73,

к.ф.-м.н., доц. С.А.Двинин

к. П-79, т. 939-48-39

Электронная микроскопия

Растровая (сканирующая) электронная микроскопия является мощным инструментом исследований широкого круга материалов, структур и приборов микроэлектроники, наноструктур, биологических и геологических объектов. На кафедре имеется большой парк растровых микроскопов, включая один из самых современных приборов фирмы Carl Zeiss.

В лабораториях электронной микроскопии разработаны уникальные методы исследований микрообъектов в растровом электронном микроскопе, позволяющие не только получать информацию о поверхности образца, но и заглянуть внутрь объекта без его разрушения. В настоящий момент ведутся разработки новых электроннолучевых методов диагностики полупроводниковых материалов и приборов микроэлектроники, применительно к задачам микромеханики, наносенсорики и другим нанотехнологиям. Планируется также проведение исследований с целью разработки методов нанотомографии и создания аппаратуры для измерений геометрических параметров и топологии наноструктур скрытых под поверхностью, с помощью регистрации и анализа отраженных электронов и катодолюминесценции в СЭМ и туннельной спектроскопии и микроскопии в СТМ. Предполагается методики последовательного мониторинга и характеристики внутренних слоев, межфазных границ и локализованных нанообъектов в тонкопленочных микро- и наноструктурах, а также разработка методик и средств контроля размеров и химического состава нанообъектов, пригодных для аттестации в нанотехнологии и наноиндустрии, включая метод измерения глубин залегания и толщин подповерхностных композиционных деталей исследуемых наноструктур.

Проводится большой объем, как фундаментальных, так и прикладных исследований новых материалов, структур и приборов микроэлектроники. Одним из передовых фундаментальных направлений является исследование процессов происходящих на поверхности диэлектриков и широкозонных полупроводников в процессе облучения электронным пучком. Большой практический интерес представляют исследования материалов «будущего» микроэлектроники: Al_2O_3 , AlN, GaN, SiC, алмаз, пористый кремний. Совершенствование технологий изготовления на базе этих материалов транзисторов, микросхем, оптоэлектронных приборов позволит существенно повысить рабочие частоты, увеличить температурный диапазон работы, повысить радиационную стойкость и КПД изделий. Одним из направлений является исследования светодиодных структур на основе GaN, которые являются основой белых сверхмощных светодиодов.

д.ф.-м.н., доц. Э.И.Рау, к.ф.-м.н., н.с. Р.А.Сеннов

к. 1-57а, т. 939-38-95, <http://scanlab.phys.msu.ru>,

к.ф.-м.н., с.н.с. А.Е.Лукьянов

к. 1-70, т. 939-54-33,

к.ф.-м.н., н.с. П.В.Иванников

ГЗ, сектор Б, к. 19-01, т. 939-48-29, <http://www.ccl.msu.su>.

Более подробную информацию об основных научных направлениях кафедры можно получить в лабораториях кафедры и на сайте:

<http://ph-elec.phys.msu.su>

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Заведующий кафедрой — профессор В.А.Макаров

Лаборатории кафедры находятся в Корпусе нелинейной оптики (КНО)

Лаборатория теоретических проблем оптики

Основные направления:

Исследование взаимодействия атомов с лазерными полями около атомной напряженности, имеющие целью объяснение специфики нелинейно оптического отклика атома при приближении напряженности поля лазерного импульса к атомному пределу.

Теория линейного и нелинейно оптического отклика микро- и нано- структурированных металлических пленок и нанорешеток на поверхности кристаллов, с целью развития методов управления лазерными пучками и повышения эффективности нелинейно-оптического преобразования.

Разработка методов рентгеновской микроскопии и томографии, позволяющих получать субмикронное пространственное разрешение.

Исследование когерентных кооперативных процессов в оптике.

Разработка теории сверхтонкой структуры атомных спектров, стимулом для развития которой являются современные достижения в области прецизионной лазерной спектроскопии.

Развитие теории собственного электрического дипольного момента частиц с полусцелым спином.

Развитие теории зеркальных частиц, темной материи и других астрофизических явлений.

Руководитель направления

Андреев Анатолий Васильевич, доктор физ.-мат. наук, профессор

Комн. 3-01, тел. 939-30-92

Лаборатория сверхсильных световых полей

Основные направления:

В основе научных исследований, которые выполняются в лаборатории, лежит проблема изучения нелинейно-оптических явлений, возникающих при взаимодействии высокоинтенсивного (порядка 10^{13} - 10^{17} Вт/см²) фемтосекундного (порядка 10^{-13} с) лазерного излучения с конденсированным веществом и кластерами. Уже при интенсивностях лазерного излучения 10^{16} Вт/см² напряженность светового поля превышает напряженность внутриатомного поля, что позволяет изучать фундаментальные свойства вещества в сильно неравновесных экстремальных состояниях.

В лаборатории базовыми установками являются фемтосекундные комплексы на титанате сапфира (длина волны 800 нм, длительность импульса 50 фс, энергия в импульсе до 40 мДж) и хром-форстерите (длина волны 1.24 мкм, длительность импульса 100 фс, энергия в импульсе до 1 мДж), позволяющие проводить эксперименты в режиме сверхсильного поля. При предельно жесткой фокусировке излучения лазерной системы на титанате сапфира достигаются интенсивности 10^{18} Вт/см², т.е. релятивистский режим взаимодействия излучения с веществом.

Тематика проводимых исследований:

-
1. Нелинейно-оптические преобразователи субтераваттных фемтосекундных импульсов, в том числе генерация импульсов длительностью в несколько оптических периодов.
 2. Физика фемтосекундной релятивистской лазерной плазмы.
 3. Ядерные процессы в сверхсильных световых полях.
 4. Лазерно-плазменные источники высокоэнергетичных частиц и рентгеновского излучения при взаимодействии с конденсированным веществом и кластерами.
 5. Лазерная микромодификация диэлектриков и новые фемтотехнологии.

Руководители направления:

Гордиенко Вячеслав Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор

Савельев-Трофимов Андрей Борисович, доктор физико-математических наук, доцент

Комн. 303, 307, 308, 309, тел. 939-47-19, 939-53-18, 939-41-48

Лаборатория изучения лазерно-индуцированных неустойчивостей и неравновесных фазовых переходов в твердых телах

Основные направления :

1. Теоретические исследования лазерно-индуцированных неустойчивостей на поверхности твердых тел, приводящих к образованию периодических нано- и микроструктур.
2. Развитие теории солитонов нового типа — дефектно-деформационных солитонов, генерируемых лазерным излучением в твердых телах.
3. Исследования сверхбыстрых структурных лазерно-индуцированных фазовых переходов в твердых телах.

Руководитель направления

Емельянов Владимир Ильич, доктор физико-математических наук, профессор

Комн. в конференц-зале КНО

Лаборатория фотоники и нелинейной спектроскопии

Основные направления

Главным направлением научных исследований является изучение нелинейно-оптических эффектов, возникающих при распространении сверхкоротких лазерных импульсов в различных средах, и их применение для развития новых методик нелинейно-оптической спектроскопии. Проводятся экспериментальные и теоретические исследования нелинейно-оптических процессов в газах, плазме и микроструктурированных волокнах — оптических волноводах, оболочка которых состоит из набора вытянутых при высокой температуре полых стеклянных капилляров. Уникальность таких волокон для задач лазерной физики обусловлена возможностью управления дисперсией волноводных мод, а также высокой степенью локализации электромагнитного излучения в их сердцевине. Наибольший интерес представляет использование микроструктурированных волокон для оптических телекоммуникаций, лазерной биомедицины, а также в качестве новых источников излучения, необходимых при проведении исследований в области физики сверхкоротких импульсов, спектроскопии, фотохимии и фотобиологии.

Руководители направления:

Желтиков Алексей Михайлович, доктор физ.-мат. наук, профессор,

Федотов Андрей Борисович, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Лаборатория компьютерного эксперимента в лазерной физике и квантовой информации*Основные направления:*

Лазерное управление ориентацией молекул в изотропных молекулярных ансамблях. Разрабатываются методы когерентного контроля для решения задач ориентации небольших молекул в газовой фазе при температурах вплоть до комнатных. Развиваются лазерные методики абсолютного асимметричного синтеза энантиомеров из изначально рацемической смеси хиральных молекул.

Спектроскопия темных когерентных резонансов в многоуровневых атомах. Исследуются резонансы когерентного пленения населенности в многоуровневых атомах под действием внешних полей. Разрабатывается теория частотно-модуляционной спектроскопии таких резонансов.

Физика квантовой теории информации. Развиваются новые подходы к теории квантовых измерений и собственно меры квантовой информации. Разрабатываются и анализируются квантовые криптографические протоколы, исследуется динамика атомов в оптической дипольной ловушке и др.

Руководитель направления:

Задков Виктор Николаевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Комн. 3-06а, тел. 939-23-71

Лаборатория вычислительного эксперимента в оптике*Основные направления:*

Численно и экспериментально исследуется филаментация мощных фемтосекундных лазерных импульсов в воздухе и оптических материалах. Вычисления воспроизводят эволюцию фемтосекундного лазерного импульса в реальных условиях, позволяют интерпретировать экспериментальные результаты, планировать новые лабораторные и натурные эксперименты, прогнозировать построение перспективных лазерных систем для различных приложений. Совместно с другими группами ведутся исследования распространения мощных фемтосекундных лазерных импульсов на протяженных трассах в естественных атмосферных условиях. Анализируются условия формирования филаментов в мощных импульсах длительностью в несколько фемтосекунд. Научные исследования требуют использования современных компьютеров, вычислительных кластеров, применения эффективных расчетных схем, параллельных вычислений на высокопроизводительных кластерах.

Руководитель направления:

Кандидов Валерий Петрович, доктор физ.-мат. наук, профессор

Комн. 2-13, 2-14, тел. 939-30-91

Лаборатория лазерной оптоакустики*Основные направления:*

В основе всех проводимых исследований лежит оптико-акустический эффект, заключающийся в возбуждении коротких мощных наносекундных акустических импульсов при поглощении в среде модулированного по интенсивности лазерного излучения. Оптико-акустический эффект дает уникальные возможности для экспериментальных исследований оптических, теплофизических и акустических

свойств различных материалов и объектов в задачах взаимодействия лазерного излучения с веществом, неразрушающего контроля и диагностики, а также в медицине.

С помощью созданного уникального широкополосного оптико-акустического спектрометра, позволяющего измерять затухание и скорость ультразвука в частотном диапазоне от 0,1 МГц до 100 МГц, исследуются неоднородности структуры металлов, сплавов, керамических материалов, усталостные изменения структуры композитных материалов, изучаются релаксационные процессы в коллоидных средах. Разработанные методики, дефектоскопы, оптико-акустические томографы позволяют выявлять дефекты в структуре материалов на стадии изготовления, прогнозировать остаточный ресурс изделий в процессе эксплуатации, исследовать поглощения света (с пространственным разрешением до 15-20 мкм в реальном масштабе времени) в неоднородных светорассеивающих средах, в том числе биологических тканях.

Руководитель направления:

Карабутов Александр Алексеевич, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 3-05, 5-06а, тел. 939-53-09

Лаборатория фемтосекундной нанофотоники

Основные направления:

Сканирующая ближнепольная микроскопия. Теоретическое и экспериментальное исследование свойств ближнего светового поля, создаваемого нанообъектами. Разработка сканирующих оптических микроскопов ближнего поля, обеспечивающих трехмерное сканирование вблизи наноструктур. Исследование дислокаций светового поля при дифракции лазерного излучения фемтосекундной длительности на нанообъектах.

Разработка численных методов прямого решения уравнений Максвелла на базе метода FDTD (Finite-Difference Time Domain), обеспечивающих трехмерное моделирование взаимодействия лазерного излучения с наноструктурами различного типа: одиночными нанообъектами, фотонными кристаллами, наноструктурированными материалами.

Исследование самоорганизации пространственной наноструктуры твердых пленок из фотоориентируемых органических молекул (например, азокрасителей) под действием светового излучения с применением сканирующей оптической и атомно-силовой микроскопии.

Разработка и исследование свойств фотомеханических наномашин.

Разработка трехмерной двухфотонной оптической памяти на базе фотохромных материалов и фемтосекундных лазерных импульсов.

Руководитель направления:

Магницкий Сергей Александрович, кандидат физ.-мат. наук, доцент
Комн. 3-10, тел. 939-27-34

Лаборатория нелинейной поляризационной оптики

Основные направления:

Главным направлением исследований является изучение зависящих от интенсивности изменений поляризации лазерных пучков и импульсов, возникающих в нелинейных кристаллах, жидкостях и жидких кристаллах, обладающих нело-

кальностью нелинейного оптического отклика. Изменения интенсивности и угла поворота главной оси эллипса поляризации происходят при самофокусировке световых пучков и компрессии лазерных импульсов, генерации оптических гармоник и суммарной частоты в толще среды и на ее поверхности, в оптических резонаторах (поляризационная оптическая бистабильность и динамический хаос), метаматериалах, и т.д. При этом зависящие от интенсивности изменения поляризации обычно происходят по-разному в различных точках поперечного сечения светового пучка или временной огибающей лазерного импульса. Проводимые исследования позволяют предсказывать, описывать и учитывать эффекты изменения поляризации света в различных средах, способствуют решению задач формирования световых пучков (импульсов) с необходимым распределением поляризации по поперечному сечению (вдоль импульса), дают возможность найти условия, при которых световое поле будет устойчиво относительно произвольно поляризованных возмущений. Исследуемые эффекты открывают широчайшие возможности для разработки и экспериментальной реализации новых спектроскопических методик исследования вещества и способствуют более глубокому пониманию процессов, происходящих в живой природе.

Руководитель направления:

Макаров Владимир Анатольевич, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 2-07, тел. 939-31-47

Лаборатория физики пьезоэлектричества и сегнетоэлектричества

Основные направления:

Исследование температурных зависимостей пьезоэлектрического коэффициента твердотельных полярных сред различных типов (моно- и поликристаллов, полимеров и биополимеров).

Определение влияния естественных и искусственно введенных (примеси, проникающее излучение) дефектов на изменение полярных и диэлектрических свойств. Поиск возможностей управления свойствами полярных сред в диапазоне температур от 1,5 К до 900 К.

Разработка пьезоэлектрических тел для преобразователей различного назначения – детекторов излучения, тепловизионных систем, термометров, источников энергии.

Руководитель направления:

Новик Виталий Константинович, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
Тел. 939-44-08

Лаборатория фотофизики органических наноматериалов

Основные направления:

Исследование сопряженных полимеров, фуллеренов и других органических наноматериалов с целью создания нового поколения устройств органической оптоэлектроники. Проводящие или сопряженные полимеры сочетают в себе важные электронные свойства полупроводников с привлекательными механическими и технологическими свойствами полимеров. Сопряженные полимеры могут служить основой гибких и широкоформатных дисплеев, солнечных батарей, устройств одноразовой электроники (интеллектуальные метки, наклейки и т.д.). Ожидают, что их можно будет

наносить методами аналогичными струйной печати. При поглощении фотона в сопряженных полимерах появляются возбужденные электронные состояния с огромным диапазоном времен жизни — от фемтосекунд до миллисекунд. Эти состояния могут быть нейтральными или заряженными, что может быть использовано для процессов переноса энергии или заряда. Используемые экспериментальные методики включают в себя спектроскопию комбинационного рассеяния, спектроскопию фотоиндуцированного поглощения, фототепловую и фототоковую спектроскопию, поляризационную спектроскопию и другие.

Руководитель направления:

Паращук Дмитрий Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, доцент
Комн. 5-10, тел. 939-22-28

Лаборатория численных экспериментов со сверхсильными световыми полями и интенсивными лазерными пучками

Основные направления:

Разработка теоретических моделей элементарных квантово механических явлений в сверхсильных световых полях (надпороговая ионизация, генерация гармоник высокого порядка возбуждающего света и др.).

Численное моделирование коллективных нелинейно-оптических явлений (генерация гармоник высокого порядка и аттосекундных электромагнитных импульсов в газовых струях и в плотной плазме, эволюция жестко сфокусированных фемтосекундных световых пакетов в плотных средах и др.).

Моделирование процессов, протекающих при воздействии релятивистски интенсивного света на газовые струи и конденсированные мишени (генерация аттосекундных рентгеновских импульсов, ускорение заряженных частиц и др.)

Руководитель направления:

Платоненко Виктор Трифионович, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 3-04, тел. 939-11-05

Лаборатория поляризационной оптики нанополимерных структур

Основные направления:

Проводятся экспериментальные и теоретические исследования оптических свойств азополимеров – перспективных веществ для записи, хранения и обработки оптической информации. Запись информации основана на оптически индуцированной анизотропии этих сред, проявляющейся в дихроизме и двулучепреломлении, которая сохраняется длительное время (до нескольких лет) после выключения воздействующего излучения. Считывание записанной информации осуществляется слабым излучением, длина волны которого лежит в полосе прозрачности азополимера, а стирание — нагревом. Высокое пространственное разрешение и поляризационная чувствительность позволяют реализовать многообразные схемы записи, считывания и обработки оптической информации, в том числе поляризационную и «хиральную» голографию.

Руководитель направления:

Пономарев Юрий Владимирович, кандидат физ.-мат. наук, доцент
Комн. 3-01а, тел. 939-19-80

Лаборатория биофотоники и лазерной биомедицинской диагностики*Основные направления:*

В основе большинства исследований, проводимых в лаборатории, лежит явление упругого и квазиупругого рассеяния света на отдельных частицах (макромолекулах, клеточных органоидах, клетках) и на ансамблях частиц (суспензиях и биотканях). На основе этого явления разрабатываются новые методы измерений и лазерные приборы для решения различных задач биомедицинской диагностики.

В лаборатории развиваются следующие направления биофотоники и лазерной биомедицинской диагностики:

1. Теория рассеяния света частицами несферической формы.
2. Биофотоника клеток и тканей.
3. Биофотоника и реология крови.
4. Лазерные измерения на основе светорассеяния.
5. Численные и экспериментальные исследования распространения света в случайно-неоднородных средах.
6. Разработка и создание физических моделей (фантомов) биотканей.
7. Разработка и создание оптических ловушек для удержания и манипуляции микрочастицами.

Руководитель направления:

Приезжев Александр Васильевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент

Комн. 2-15, тел. 939-26-12

Лаборатория лазерной и математической биофизики*Основные направления:*

1. Теория автоволновых процессов в химии и биологии.
2. Теория внутриклеточной подвижности.
3. Математические модели молекулярных машин.
4. Молекулярная динамика частиц во флуктуирующих многомерных потенциальных рельефах.
5. Расчет колебательных спектров водородно-связанных комплексах.

Руководитель направления:

Романовский Юрий Михайлович, доктор физ-мат наук, профессор

Комн. 3-06, тел 939-26-12

Лаборатория пикосекундных лазеров и когерентной спектроскопии*Основные направления:*

Теоретическое и экспериментальное исследование пространственной структуры излучения лазеров с продольной диодной накачкой (влияние параметров резонатора и накачки).

Создание пикосекундных лазеров с продольной диодной накачкой импульсно-периодического действия, в том числе для фотоинжекторов электронных ускорителей и лазерно-электронных генераторов рентгеновского излучения.

Теоретическое и экспериментальное (методом спектроскопии когерентного антискоковского рассеяния света) изучение молекул в критическом состоянии.

Руководители направления:

Морозов Вячеслав Борисович, кандидат физ.-мат. наук, доцент,

Тункин Владимир Григорьевич, кандидат физ.-мат. наук, вед. научный сотрудник

Комн. 5-12, тел. 939-19-34

Лаборатория сверхбыстрых процессов в биологии

Основные направления:

Целью проводимых исследований является выявление быстрой динамики белковых молекул и изучение роли динамических свойств в их функционировании. С использованием спектроскопии сверхвысокого временного разрешения изучаются внутримолекулярная подвижность при возбуждении молекул световыми импульсами пикосекундной длительности, механизмы внутримолекулярной релаксации энергии и контролирующая высокую функциональную активность биосистем. Экспериментально и теоретически исследуются закономерности, лежащие в основе строгого отбора, существующего в живой природе, по отношению к лево- или правоспиральным молекулам. Для исследования комплекса поставленных задач используются методы лазерной спектроскопии с пикосекундным и субпикосекундным временным разрешением (спектроскопия спонтанного и когерентного комбинационного рассеяния, флуоресцентная спектроскопия, абсорбционная спектроскопия) в сочетании с методами компьютерного моделирования.

В настоящее время в лаборатории также развивается импульсная терагерцовая спектроскопия, основанная на непосредственном измерении поля терагерцового импульса во времени. Используется накопленный опыт применения нелинейно-оптических кристаллов для эффективной широкополосной генерации терагерцового излучения при возбуждении кристалла сверхкороткими лазерными импульсами.

Руководители направления:

Чикишев Андрей Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, доцент,
Шкуринов Александр Павлович, кандидат физ.-мат. наук, доцент
Комн. 5-01, 5-13, 5-14, тел. 939-11-06, 939-17-53

Лаборатория нелинейной и квантовой оптики

Основные направления:

Теоретически и экспериментально исследуются связанные многоволновые взаимодействия, происходящие в периодических, аperiodических и активных нелинейных фотонных кристаллах. Многоволновые взаимодействия позволяют осуществить целый ряд нелинейно-оптических процессов в одном нелинейном фотонном кристалле, которые не удаётся реализовать в однородных нелинейно-оптических средах: параметрическое усиление при низкочастотной накачке, генерацию высших оптических гармоник, формирование субфемтосекундных световых импульсов и т.п.

Теоретически исследуется сжатый свет и многомодовые перепутанные состояния. Обладая сугубо квантовыми свойствами, такой свет представляет интерес для высокоточных измерений, квантовой телепортации, квантовых вычислений. Уровень флуктуаций некоторых его стоковых параметров, характеризующих состояние поляризации, оказывается ниже стандартного квантового предела. Ведутся работы над созданием последовательной квантовой теории самовоздействия сверхкороткого светового импульса, усиления и преобразования оптического изображения при низкочастотной накачке, связанных многоволновых взаимодействий.

Руководитель направления:

Чиркин Анатолий Степанович, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 3-15, тел. 939-30-93

Лаборатория диагностики лазерного излучения и управляемых лазерных систем

Основные направления:

Разработка приборов нового поколения, необходимых для лазерной технологии и медицины, на основе принципов адаптивной оптики. Для проведения на ранней стадии диагностики качества зрения пациента, патологий сетчатки в лаборатории разрабатываются и доводятся до промышленного образца aberрометры и фундус-камеры, снабженные адаптивными оптическими системами. Ведутся работы по созданию лазерных систем, включающих внутрирезонаторное гибкое адаптивное зеркало, способное изменять профиль поверхности в зависимости от приложенного к электродам напряжения, для управления параметрами лазерного пучка в процессе резки, сварки и закалки материала. Интенсивно развиваются методики измерения параметров и управления положением и структурой лазерного пучка.

Руководитель направления

Черезова Татьяна Юрьевна, доктор физ.-мат. наук, доцент
Комн. 5-04а, тел.939-25-35

Лаборатория нелинейной спектроскопии конденсированных сред

Основные направления:

Разрабатываются методики нелинейной спектроскопии тонких пленок полупроводников, металлов и высокотемпературных сверхпроводников. Исследования направлены на изучение спектров неравновесных электронных состояний, связанных с процессами электрон-электронного и электрон-фононного взаимодействия.

В области нелинейной оптики основное внимание уделяется процессам пространственно-временной самоорганизации световых полей. Исследуется формирование и эволюция уединенных и периодических нелинейных волн при параметрическом преобразовании частоты, а также обращении волнового фронта в фоторефрактивных кристаллах.

Проводятся экспериментальные и теоретические исследования в области диффузионной оптической томографии. Разрабатываются методы, позволяющие провести быструю визуализацию внутренней структуры сильно рассеивающих объектов с размерами порядка тысячи длин рассеяния и более.

Руководитель направления:

Шувалов Владимир Владимирович, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 5-07, тел. 939-50-35

Лаборатория адаптивной оптики и систем с оптической обратной связью

Основные направления:

Теоретические и экспериментальные исследования адаптивных оптических систем, адаптивные зеркала и датчики волнового фронта. Измерение и коррекция термоаббераций в лазерах. Адаптация по изображению – критерии качества и алгоритмы коррекции. Атмосферные искажения лазерных пучков и их компенсация. Анизопланатизм адаптивных систем в турбулентной среде, методы оценки и коррекции анизопланатизма.

Самоорганизация в нелинейных оптических системах с пространственно-распределенной обратной связью. Оптическая синергетика. Компенсация фазовых искажений в системах с оптической обратной связью. Применение фоточув-

ствительных полимерных материалов в задачах компенсации фазовых искажений и обработки информации.

Руководитель направления:

Шмальгаузен Виктор Иванович, доктор физ.-мат. наук, профессор
Комн. 5-05, 2-04, тел. 939-33-06

КАФЕДРА АКУСТИКИ

Зав кафедрой — профессор, член- корр. РАН О.В. Руденко

Основные научные направления:

Нелинейная акустика и физика нелинейных волн

Исследования нелинейных явлений в мощных звуковых полях с учетом влияния эффектов дифракции, фокусировки, пространственных неоднородностей среды распространения, частотно- зависимых диссипативных и дисперсионных характеристик сред.

Литература:

Л.К. Зарембо, В.А. Красильников. Введение в нелинейную акустику. М.: Наука, 1966.
О.В. Руденко, С.И. Солюян. Теоретические основы нелинейной акустики. М.: Наука, 1975;

Руководитель направления:

проф. О.В. Руденко
комн. 3-70, 939-2936

Мощный ультразвук в медицине

Теоретические и экспериментальные исследования распространения мощных акустических волн и ударных импульсов в биологических тканях и воздействия на ткань и включения. Нелинейное поглощение ультразвука в проблеме гипертермии и радиационного воздействия на биологические ткани. Механизмы разрушения биоконкрементов. Нелинейная медицинская диагностика.

Литература:

F.P. Curra, P.D. Mourad, V.A. Khokhlova and L.A. Crum. Numerical simulations of heating patterns and tissue temperature response due to high-intensity focused ultrasound. IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., 2000, v. 47, n 4, pp. 1077-1089.

Андреев В.Г., Вероман В.Ю., Денисов Г.А., Руденко О.В., Сапожников О.А. Нелинейно-акустические аспекты экстракорпоральной литотрипсии. Акуст. журн., 1992, т. 38, №4, стр. 588-593.

Руководитель направления:

доцент О.В. Сапожников
комн. 3-66, 939-2952

Статистические проблемы в нелинейной акустике

Исследование нелинейных взаимодействий в случайных акустических полях. Физика мощного шума.

Трансформация профилей и спектров интенсивных волн и звуковых пучков в случайно-неоднородных средах. Особенности формирования и распространения ударных волн в таких средах.

Литература:

О.В. Руденко. Взаимодействия интенсивных шумовых волн. Успехи физических наук, 1986, т. 149, №3, 413-447.

О.В. Руденко. Нелинейные пилообразные волны. Успехи физических наук, 1995, т. 165, №9, 1011-1036.

В.А. Гусев, О.В. Руденко. Статистические характеристики интенсивной волны за двумерным фазовым экраном. Акуст. журн. 2006, т. 52, №1, стр. 30-42.

Руководитель направления:

проф. О.В. Руденко
комн. 3-70, 939-2936

Упругие волны в мягких биологических тканях и резиноподобных материалах

Измерение нелинейных упругих модулей резиноподобных материалов. Исследование стоячих волн в резонаторах, заполненных средой с кубичной нелинейностью. Нелинейные эффекты при распространении сдвиговых волн в мягких тканях. Генерация сдвиговых волн в мягких тканях за счет силы радиационного давления ультразвука.

Литература

В.Г.Андреев, Т.А.Бурлакова. Измерения сдвиговой упругости и вязкости резиноподобных материалов. Акуст. журнал, т.53, №1, 50-54, 2007.

Андреев В.Г., Ведерников А.В. Измерение распределения сдвигового модуля упругости в неоднородных резиноподобных средах. Вестник МУ, сер. 3 физ.-астр., т.4, № 3, 52-56, 2006.

Руководитель направления:

доц. В.Г. Андреев
комн. 3-66, 939-2952

Численное моделирование в акустике

Развитие асимптотических методов моделирования нелинейных волн с разрывами. Исследование нелинейных и дифракционных эффектов в фокусированных звуковых пучках. Моделирование теплового и кавитационного воздействия мощного ультразвука на жидкости и биологические ткани.

Литература:

Ю.А. Пищальников, О.А. Сапожников, В.А. Хохлова. Модификация спектрального подхода к описанию нелинейных акустических волн с разрывами. Акуст. журн. 1996, т. 42, №3, стр. 412-417.

Е.А. Филоненко, В.А. Хохлова. Эффекты акустической нелинейности при терапевтическом воздействии мощного сфокусированного ультразвука на биологическую ткань. Акуст. журн. 2001, т. 47, №4, стр. 541-549.

M.R. Bailey, L.N. Couret, O.A. Sapozhnikov, V.A. Khokhlova, G. Ter Haar, S.Vaezy, X. Shi, R. Martin, L.A. Crum. Use of overpressure to assess the role of bubbles in focused ultrasound lesion shape in vitro. Ultrasound in Med. And Biol., 2001, v. 27,N5, pp.695-708.

Руководитель направления:

доц. В.А. Хохлова
комн. 3-66, 939-2952

Ультразвуковая кавитация: применения в технологии и медицине

Теоретическое и экспериментальное исследование процесса установления режима развитой кавитации в жидкостях. Инерционная кавитация под действием мощных ультразвуковых импульсов, применяемых в литотрипсии. Использование ультразвуковой кавитации для направленной доставки лекарств при лечении рака.

Литература

Андреев В.Г., Алексеев В.Н., Романенко Г.А., Рыбак С.А. Исследование кавитационной области и эволюция акустического спектра. Акуст. журн., 2001, 47, №4, 376-383.

Sapozhnikov, O.A., Khokhlova, V.A., Bailey, M.R., Williams, Jr., J.C., McAteer, J.A., Cleveland, R.O., and Crum, L.A. Effect of overpressure and pulse repetition frequency on cavitation in shock wave lithotripsy. - J. Acoust. Soc. Am., 2002, v.112, no.3, Pt.1, pp.1183-1195.

Olga V. Chumakova, Anton V. Liopo, Valery G. Andreev, Inga Cicenaite, B. Mark Evers, Shilla Chakrabarty, Todd C. Pappas, Rinat O. Esenaliev. Composition of PLGA and PEI/DNA nanoparticles improves ultrasound-mediated gene delivery in solid tumors in vivo. Cancer Letters, **261** (2008), 215–225

Руководитель направления:

доц. В.Г. Андреев
комн. 3-66, 939-2952

Обратные волновые задачи медицинской диагностики и океанологии

Исследования по общей теории акустоскопии и прикладных задач медицинской томографии, дефектоскопии высокой информативности и томографии океана. Теоретические и экспериментальные исследования по активно-пассивной термоакустической томографии. Исследования по новым методам томографирования нелинейного акустического параметра. Аддитивные и мультипликативные методы восстановления картины кровотока.

Литература:

Горюнов А.А., Сасковец А.В. Обратные задачи рассеяния в акустике. М.: Изд-во МГУ, 1989.

Буров В.А., Дариалашвили П.И., Румянцева О.Д. Активно-пассивная термоакустическая томография. Акуст. журн. 2002, т. 48, №4, стр. 474-484.

Буров В.А., Дариалашвили П.И., Евтухов С.Н., Румянцева О.Д. Экспериментальное моделирование процессов активно-пассивной термоакустической томографии. Акуст. журн. 2004, т. 50, №3, стр. 293-310.

Буров В.А., Евтухов С.Н., Ткачева А.М., Румянцева О.Д. Томография пространственного распределения рассеивателя в нелинейных процессах третьего порядка. Известия Российской Академии Наук. Серия Физическая. 2008, т. 72, №1, стр. 92-99.

Руководитель направления:

проф. В.А. Буров
комн. 3-73-в, 939-3081

Магнитоакустика

Исследование нелинейных акустических свойств магнетиков. Использование этих свойств для обработки сигналов и диагностики магнетиков. Исследование магнитоупругих свойств материалов с памятью формы в области фазовых переходов.

Литература:

Б.А. Голдин, Л.Н. Котов, Л.К. Зарембо, С.К. Карпачев

Спин- фононные взаимодействия в кристаллах(ферритах). Л.: Наука, 1991.

О.Ю. Беляева, Л.К. Зарембо, С.Н. Карпачев. Магнитоакустика ферритов и магнитоакустический резонанс. УФН, 1992, т. 162, №2, 107-138.

Руководитель направления:

с.н.с. С.Н. Карпачев

комн. 5-59, 939-2921

Нелинейная акустодиагностика материалов и биологических тканей

Экспериментальное исследование нелинейных свойств твердых тел. Развитие моделей нелинейности структурно- неоднородных сред. Исследование влияния внутренней структуры металлов на их упругие и акустические свойства. Связь дефектной структуры с прочностными характеристиками микро- и наноструктурных материалов. Бесконтактная диагностика внутренней структуры материалов, в том числе биологических тканей методами нелинейной акустики. Исследование фазовых переходов ультразвуковыми и фотоакустическими методами.

Литература:

О.В. Руденко, Гигантские нелинейности структурно-неоднородных сред и основы методов нелинейной акустической диагностики УФН, 2006, т. 176, №1, стр. 77-95.

А.И. Коробов, Ю.А. Бражкин, Ван Нин. Экспериментальные исследования упругой нелинейности в структурно-неоднородных материалах. Акуст. журн. 2005, т. 51, №5, стр. 689-697.

Коробов А.И., Изосимова М.Ю. Нелинейные волны Лэмба в материалах. Акуст. журн. 2006, №5, стр. 683-692.

Коробов А.И., Одина Н.И., Экономов А.Н., Бадулина А.Н., Агеева Т.В. Особенности тепловых и упругих свойств поликристаллического титана в области электронно-топологического перехода. Письмо В ЖЭТФ, 2006, т. 84, вып. 3, стр. 156-158.

Коробов А.И., Изосимова М.Ю., Прохорова Е.В. Исследование колебаний биологических тканей и их фантомов с модельными дефектами. Известия РАН. Физическая. 2007, т.7, №1, стр. 150-152.

Одина Н.И., Коробов А.И., Семенов Д.Н., Кныш А.Н., Агеева Т.В. Автоматизированная установка для исследования анизотропии параметра Грюнайзена твердых тел в интервале температур 77-350К фотоакустическим методом. Приборы и техника эксперимента, 2008, №3, стр. 153-158.

Руководитель направления:

проф. А.И. Коробов

с.н.с. Н.И. Одина

комн. 4-65, 939-1821

Исследование механизмов неклассической акустической нелинейности

Модельные исследования механизмов контактной и гистерезисной нелинейности на границах раздела твердых тел. Нелинейные резонансные явления в моделях трещин и трещиноватых дефектов. Субгармоники, динамический хаос и «память» при взаимодействии акустических волн с дефектами в твердых телах. Нелинейные методы акустического неразрушающего контроля.

Литература:

И.Ю. Солодов. Акустическая нелинейность границ раздела твердых тел. Вестник Москв.Ун-та, сер. 3, физ.-астр., 1994, т. 35, №6, 13-24.

I.Yu. Solodov, Ultrasonics of non-linear contacts: propagation, reflection, and NDE-applications, Ultrasonics, v. 36, pp. 383-390, 1998.

Руководитель направления:

доц. Б.А. Коршак,
ст.н.с. В.Г. Можаяев
комн. 3-68,939-2927

Нелинейная динамика, турбулентность, хаос

Автоколебания, стохастическое поведение динамических систем, проблемы устойчивости в гидродинамике и волновой физике.

Литература:

Landa P.S. Regular and Chaotic Oscillations. Springer. 2001,

Ланда П.С. Нелинейные колебания и волны. М.: Наука, 1997.

Ланда П.С. Теория флуктуационных переходов и ее приложения (обзор).

Радиотехника и электроника, 2001, т. 46, №10, 1157-1197.

Руководитель направления:

вед. н.с. П.С. Ланда
комн. 3-64, 939-2943

Акустика океана

Распространение акустических волн в океане, в том числе сверхдальнее распространение низкочастотного звука, влияние океанических фронтов и течений на распространение и прием акустических волн. Шумы океана. Векторно – фазовая структура акустических полей. Акустическая томография океана.

Литература:

Гордиенко В.А., Ильичев В.И., Захаров Л.Н. Векторно – фазовые методы в акустике. М.: Наука, 1989.

Кравчун П.Н. Оценка влияния бентического фронта на распространение акустических волн в океане. Акуст. ж., 1999, т. 45. №3

Руководитель направления:

в.н.с. В.А. Гордиенко
ст.н.с. Б.А. Гончаренко
доцент П.Н. Кравчун
комн. 3-75, 939-2969; ц –23, 939-3844

Аэроакустика и акустическая экология, акустика в органостроении

Взаимодействие интенсивного звука с резонансными системами: акустические струи, нелинейная звукопоглощение. Низкочастотные и инфразвуковые поля, в том числе импульсные. Сейсмоакустика.

Поля шумов железнодорожного транспорта при наличии акустического барьера на низких звуковых частотах.

Литература:

Glezer A., Amitay M. «Synthetic Jets» Annu Rev. Fluid Mech, 2002 34, pp 503-529

Грушин А.Е., Лебедева И.В. «Амплитудные и частотные характеристики акустических струй» Акус. Журн. 2003, том 49, № 3, стр. 359-364

Lebedeva I.V., Grushin A.E., Kravtsov Y.U. «Experimental study of aeroacoustic characteristics of screen with an orifice» International Journal of Aeroacoustics. 2005 Vol.3, pp 345-352

Гончаренко Б.И., Гордиенко В.А., Дунин-Барковский В.В. Некоторые особенности возбуждения виброакустических полей в многоэтажном здании, расположенном около трамвайных путей. Вторая всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии», М.: МГУ, 1999, с. 159.

Кравчун П.Н. Генерация и методы снижения шума и звуковой вибрации. М.: Прогресс, 1998.

Гончаренко Б.И., Р.А. Миронов. Шумовое поле проходящего скоростного электропоезда при наличии акустического экрана на низких звуковых частотах. Сборник трудов XIX сессии РАН, Н. Новгород 2007, т. 3., стр. 241-244.

Руководитель направления:

с.н.с. И.В. Лебедева

в.н.с. В.А. Гордиенко

ст.н.с. Б.А. Гончаренко

доцент П.Н. Кравчун

комн. 3-73а, 930-1135; 3-75, 939-2969; ц –23, 939-3844

Акусто-вибрационное воздействие на среды и структуры: диагностика, модификация, управление процессами

Исследование эффектов воздействия вибрационных и акустических (ультразвуковых) полей на среды и системы неживой и живой природы с целью плановых структурных изменений и управления физическими, биофизическими и физиологическими процессами (наиболее интересные и важные примеры: изменение состояния сыпучей среды в вибрационном поле, изменение микроциркуляторных процессов в пористых средах и биоткани, коррекция режимов функционирования органов и физиосистем, изменение проницаемости и порообразования для клеточных мембран). Изучение взаимодействия акустических полей с микро и наносистемами (оболочечные микропузырьки, микрокапсулы, фуллерены, клеточные структуры) с целью использования в современных технологиях ультразвуковой наномедицины (контрастная и нелинейная сонография, адресная доставка лекарственных и генных препаратов).

Литература:

Илюхина М.А., Маков Ю.Н. Деформации липидных мембран при ультразвуковом воздействии и локальный критерий их разрушения. Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия, 2005, № 5, с. 39-43.

Петрищев Н.Н., Маков Ю.Н. и др. Частотно-зависимые эффекты воздействия малоинтенсивного ультразвука на показатели работы изолированного сердца. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2003, т. 136, № 9, стр. 273-276.

Галагудза М.М., Маков Ю.Н., Шмонин А.А. Исследование прохождения низкочастотного ультразвука через костно-мышечный фрагмент грудной клетки in vitro. Медицинская техника, 2006, № 5, стр. 31-34.

Maikov, Yu., Espinosa V., Sanchez-Morcillo V.J. et al, Strong on-axis focal shift and its nonlinear variation in low-Fresnel-number ultrasound beams, J. Acoust. Soc. Am. 19, 3918-3624 (2006).

Руководитель направления:

доцент Ю.Н. Маков

комн. 3-64, 939-2943; yuri_makov@mail.ru

Теория дифракции

Канонические задачи дифракции. Волноводы и резонаторы в архитектурной и структурной акустике. Численное моделирование волновых явлений.

Литература:

R.V. Craster, A.V. Shanin, Embedding formula for diffraction by wedge and angular geometries. Proc. Roy.Soc. Lond. A, (2005) 461, 2227-2242.

A.V. Shanin, A generalization of the separation of variables method for some 2D diffraction problems. Wave Motion (2003), V. 37 N.3 pp. 241-256.

A.V. Shanin, Diffraction of a plane wave by two ideal strips. Quart. J. Mech. Appl., Math V.56, N 2, pp. 187-215.(2003)

Руководитель направления:

доцент А.В. Шанин

комн. 3-73-г, 939-3081

КАФЕДРА КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Заведующий кафедрой — профессор В.И. Панов

Основные научные направления:

Нелинейная оптика наноструктур и фотонных кристаллов

Основные задачи направления:

- исследование нелинейно-оптических эффектов в наноструктурах и фотонных кристаллах, в том числе, в метаматериалах и средах с отрицательным показателем преломления;

- исследование механизмов гигантского усиления нелинейных оптических и магнитооптических эффектов в наноплазмонных и магнитоплазмонных структурах;

- развитие новых нелинейно-оптических спектроскопических методов исследования и диагностики материалов и систем нанофотоники и биоплазмоники.

Литература:

[1] O.A. Aktsipetrov, E.M. Kim, R.V. Kapra, T.V. Murzina, et al. Magnetization-induced optical third-harmonic generation in Co and Fe nanostructures. Phys. Rev. B **73**, 140404(R) (2006).

[2] E.M. Kim, S.S. Elovikov, T.V. Murzina, A.A. Nikulin, O.A. Aktsipetrov, et al. Surface-enhanced optical third-harmonic generation in Ag island films. Phys. Rev. Lett. **95**, 227402 (2005).

[3] O.A. Aktsipetrov, M. Inoue, V.G. Golubev. Nonlinear magneto-optics in magneto-phonic crystals. J. Magn. Soc. Jpn. **30**, 646 (2006).

Руководитель направления:

Доктор физ.-мат. наук, профессор О.А. Акципетров

Корпус нелинейной оптики. Комнаты 4-03, 4-08, телефоны: 939-44-15, 939-36-69

Сканирующая зондовая микроскопия и физика наноструктур

Основные задачи направления:

- применение методов сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии для исследования поверхностных наносистем и протекающих в них процессов при внешнем воздействии;
- изучение неравновесных процессов в туннельных наноструктурах и низкоразмерных системах с локализованными состояниями, при наличии сильных корреляционных эффектов, электрон-фононного взаимодействия и внешнего воздействия;
- исследование методами сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии электронной структуры индивидуальных примесей, дефектов и атомных кластеров на поверхности полупроводников в условиях сверхвысокого вакуума и при низких температурах;
- методами оптической микроскопии, спектроскопии и поляриметрии ближнего поля (СОМБП) исследование влияния спектральных свойств элементарных возбуждений на основные характеристики локального оптического отклика поверхностных наноструктур, выявление роли резонансных эффектов в формировании локального оптического отклика поверхностных наноструктур с различным типом симметрии;
- развитие новых методов сканирующей зондовой микроскопии и создание прецизионного оборудования для исследования поверхности и поверхностных наноструктур с атомным разрешением.

Литература:

- [1] Маслова Н.С., Моисеев Ю.Н., Панов В.И., Савинов С.В. Влияние локализованных состояний и многочастичных взаимодействий на диагностику наноструктур методами СТМ и АСМ. УФН, 165, 2, 236 (1995).
- [2] P.I. Arseev, N.S. Maslova, V.I. Panov, S.V. Savinov. No-equilibrium tunneling effect of interacting impurities. JETP, 121, 1, 225-237 (2002).
- [3] . A.I. Oreshkin, V.N. Mancevich, N.S. Maslova, D.A. Muzychenko, S.I. Oreshkin, S.V. Savinov, V.I. Panov. The influence of different impurity atoms on $1/f^a$ tunneling current noise characteristics on InAs(110) surface. Письма в ЖЭТФ, 85(1), 46-51, (2007).
- [4] A.A. Ezhov, S.A. Magnitskii, N.S. Maslova, D.A. Muzychenko, A.A. Nikulin, V.I. Panov. Surface-plasmon vortices in nanostructured metallic films. Письма в ЖЭТФ, 82, (9-10), 678-681 (2005).

Руководитель направления:

Доктор физ.-мат. наук, профессор В.И. Панов

Корпус нелинейной оптики. Комната 4-11, телефон: 939-25-02

Квантовая оптика, фотометрия и спектроскопия на основе оптических параметрических процессов

Основные задачи направления:

- поиск и создание новых источников неклассического света; исследование статистических свойств неклассического света;
- поиск классических аналогов оптических неклассических эффектов;
- исследование свойств среды по статистическим свойствам рассеянного света; нелинейная спектроскопия периодически поляризованных кристаллов и других пространственно-неоднородных структур на основе кристаллов и полимеров;

-
- спектроскопия спонтанного параметрического рассеяния света и четырехволнового смешения; исследование фононных, поляритонных и поляронных состояний;
 - использование оптических параметрических процессов для генерации и детектирования излучения в терагерцовом диапазоне частот;
 - абсолютная квантовая фотометрия на основе параметрического рассеяния света.

Литература:

- [1] Клышко Д.Н. "Физические основы квантовой электроники" - М: Наука, 1986
- [2] Клышко Д.Н. "Фотоны и нелинейная оптика" - М: Наука, 1980

Руководители направления:

Доктор физ.-мат. наук, профессор А.Н. Пенин;

Доктор физ.-мат. наук, с.н.с. М.В. Чехова;

Доктор физ.-мат. наук, в.н.с. Г.Х. Китаева.

Корпус нелинейной оптики. Комнаты 4-10, телефон: 939-43-72

Квантовая оптика, квантовая информация и квантовая связь

Основные задачи направления:

- приготовление, преобразование и измерение двухфотонных поляризационных состояний света – оптических кутритов (qutrits) и куквартов (ququarts);
- квантовая криптография на основе многоуровневых систем;
- спектроскопия перепутанных состояний света;
- однофотонное детектирование.

Литература:

- [1] М.Нильсен, И.Чанг «Квантовые вычисления и квантовая информация».
- [2] Д.Боумейстер, А.Экерт, А.Цайлингер «Физика квантовой информации».

Руководитель направления:

Доктор физ.-мат. наук, профессор С.П. Кулик

Корпус нелинейной оптики. Комнаты 4-10, телефон: 939-43-72

Лазерная спектроскопия водных сред. Нелинейная лазерная флуориметрия природных органических комплексов. Лазеры в экологии.

Основные задачи направления:

- исследование фотофизических процессов в природных органических комплексах – фотосинтезирующих организмах, гумусовом веществе, комплексах углеводов, белковых соединениях;
- разработка алгоритмов решения обратных задач нелинейной лазерной флуориметрии с применением, в частности, техники искусственных нейронных сетей;
- развитие методов лазерного зондирования природных сред, в первую очередь – природных водных сред;
- создание автоматизированных лазерных спектрометров-локаторов (лидаров) и их применение для решения экологических задач (в том числе в морских экспедициях).

Литература:

[1] Р. Межерис. Лазерное дистанционное зондирование. М. Мир, 1987.

[2] В.В. Фадеев. Лазерная спектроскопия водных сред. Дисс. д.ф.-м.н., физический факультет МГУ, 1983.

[3] S.A.Burikov, T.A.Dolenko, V.V.Fadeev, and I.I.Vlasov. Revelation of Ions Hydration in Raman Scattering Spectral Bands of Water. *Laser Physics*, 17, N9, 1-7, (2007).

Руководитель направления:

Доктор физ.-мат. наук, профессор В.В. Фадеев

Корпус нелинейной оптики. Комнаты 4-12, телефон: 939-16-53

Нанооптика метаматериалов

Основные задачи направления:

- сканирующая ближнеполная микроскопия, спектроскопия и поляриметрия плазмонных наноструктур, хиральных и магнитных метаматериалов; исследования сверхбыстрой динамики плазмонных возбуждений в метаматериалах с высоким временным и пространственным разрешением методами фемтосекундной динамической спектроскопии и динамической ближнепольной оптической микроскопии;

- исследование элементарных оптических процессов в одиночных микро- и наночастицах функциональных материалов с использованием лазерного оптического управления одиночными частицами нанометрового и субмикронного размеров – оптического пинцета.

Литература:

[1]. X. Vidal, A. Fedyanin, A. Molinos-Gomez, S. Rao, J. Martorell, and D. Petrov, «Nonlinear optical response from single spheres coated by a nonlinear monolayer», *Opt. Lett.* **33**, 699 (2008).

[2]. A.B. Khanikaev, A.V. Baryshev, A.A. Fedyanin, A.B. Granovsky, and M. Inoue, «Anomalous Faraday effect of a system with extraordinary optical transmittance», *Opt. Express* **15**, 6612 (2007).

[3]. M. Inoue, A.A. Fedyanin, A.V. Baryshev, A.B. Khanikaev, H. Uchida, and A.B. Granovsky, «Frontiers in magneto-optics of magnetophotonic crystals», *J. of Magnetism* **11**, 195 (2006).

Руководители направления:

Ст. преподаватель А.А. Федянин

Н. сотрудник А.А. Ежов

Корпус ЦКП МГУ, ком. 2-21, тел.: 938-22-10

Теория систем с сильными электронными корреляциями

Основные задачи направления

- разработка теории для описания неравновесной динамики систем с корреляциями, на основе диаграммной техники Келдыша. Описание неравновесной кинетики туннельных процессов, исследование плотности состояний наноструктур, а также перенормировки амплитуд перехода за счет внезапного включения межчастичного взаимодействия.

- разработка методов построения теории возмущений в дуальных переменных для сильнокоррелированных фермионов в системах с сосредоточенной нелинейностью.

- исследование эффектов пространственной дисперсии корреляций, ответственных за физику нестлинга и сингулярностей Ван Хофа в системах с сильными корреляциями.

Литература:

[1] P.I. Arseyev, N.S. Maslova, Effects of electron-phonon interaction in tunneling processes in nanostructures. *Письма в ЖЭТФ*, 82, 331 (2005).

[2] A. N. Rubtsov, M. I. Katsnelson, A. I. Lichtenstein Dual fermion approach to nonlocal correlations in the Hubbard model Phys. Rev. B, 77, 033101 (2008).

Руководители направления:

Доцент. Н.С. Маслова

Корпус нелинейной оптики, 4-05, т. 9392236

Ст. преподаватель А. Н. Рубцов

Корпус нелинейной оптики, 4-00, т. 9393669

Динамика и восприимчивость хаотических систем

Основные задачи направления

- разработка теории отклика хаотических гамильтоновых систем на слабое внешнее гармоническое поле, на основе квазиклассического разложения формул нестационарной квантовой теории возмущений.

- развитие концепции гармонической восприимчивости, позволяющей исследовать отклик на частоте поля при его произвольно большой амплитуде.

- описание систем небольшого количества частиц с хаотической динамикой.

Литература:

[1] P.V. Elyutin Gibbs attractor: A chaotic nearly Hamiltonian system, driven by external harmonic force. Phys. Rev. E, vol. 69, 036207 (2004).

[2] P.V. Elyutin Lyapunov exponent for a gas of soft scatterers. Physics Letters A, 331, 153 (2004).

Руководитель направления:

Доцент П.В. Елютин

Корпус нелинейной оптики, 4-03, т. 9393669

ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОФИЗИКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

Заведующий кафедрой — профессор В.И. Трухин.

Основные научные направления:

Внутреннее строение и физика Земли

Установление физических свойств недр Земли на основе изучения геомагнетизма, сейсмологии и геотермики. Изучение происхождения и эволюции геомагнитного поля и определение по полученным данным свойств жидкого ядра Земли, природы границ разделов в коре и мантии и направленности процессов, происходящих внутри оболочек в ходе эволюции планеты, природы современных и древних тектонических движений, землетрясений, магматической деятельности.

Литература:

Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика. М.: Мир, 1985. т. 1,2.
Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Недра, 1965.
Магницкий В.А. Модели Земли. "Знание", 1978.

Руководители направления:

профессор В.И.Трухин, профессор Г.И.Петрунин, доцент В.Б.Смирнов.
939-1280, комн. Ц-37.

Происхождение и эволюция магнитного поля Земли.

Геоманнитное поле защищает нашу планету от мощного корпускулярного излучения Солнца и потока частиц высокой энергии, приходящих из ближнего и дальнего космоса.

Наблюдения за геоманнитным полем ведутся около 300 лет - это очень малое время по сравнению с возрастом Земли - 4,5 млрд. лет. Всю остальную информацию о древнем поле можно получить, изучая намагниченные геоманнитным полем в разные геологические эпохи горные породы. Такие исследования называются палеомагнитными.

Палеомагнитными исследованиями установлено, что древние (до 600 млн лет) горные породы имеют естественную остаточную намагниченность, параллельную и антипараллельную направлению современного геоманнитного поля на основании этих данных предполагается, что геоманнитное поле в последние 600 млн. лет более тысячи раз изменяло свою полярность (инверсия геоманнитного поля). Генерация поля его инверсии связаны с конвективными процессами во внешнем жидком ядре Земли. Однако установлено, что намагниченность горных пород может самопроизвольно изменить направление на антипараллельное намагничивающему полю (самообращение намагниченности).

Магнетизм горных пород и эволюцию геоманнитного поля и литосферы.

Формирование пород земной коры и их последующая эволюция происходит в присутствии геоманнитного поля. Магнитное состояние ферромагнитных минералов, входящих в состав пород, определяется величиной геоманнитного поля, термодинамическими условиями формирования породы и физико-химическими процессами, протекающими во время эволюции породы. Вследствие этого, магнитные минералы горных пород, могут быть источниками информации об особенностях эволюции геоманнитного поля и литосферы. На основе исследований особенностей магнитных свойств решаются задачи оценки тектонических воздействий, испытанных породой в процессе эволюции, задачи палеомагнитной информативности горных пород. Исследование влияния повышенных давлений и температур на формирование намагниченности ферромагнитных минералов методом лабораторного моделирования позволяют решать задачи оценки магнитного состояния пород магнитоактивного слоя земной коры, недоступных для непосредственного изучения, а также разрабатывать методы оценки изменений напряжений в земной коре по изменению аномального геоманнитного поля, т.е. решать задачи тектоники и геодинамики. Для решения этих задач используются современные методы и средства исследования фазового и структурного состояния ферромагнитных минералов с использованием высокочувствительной магнитной аппаратуры, доменной структуры и распределения намагниченности в зернах с использованием магнитосиловой микроскопии.

Литература:

Трухин В.И. Физика твердой Земли. В кн. Общая геофизика (под ред. В.А.Магницкого), М., из-во МГУ, 1995.

Трухин В.И., Жилиева В.А., Багина О.Л. и др. Глобальные изменения магнитоминералогических свойств горных пород в литосфере. В кн. Взаимодействие в системе литосфера-гидросфера-атмосфера. М., "Недра", 1996.

Максимочкин В.И. Магнетизм минералов и геомагнетизм Уфа, изд-во БашГУ, 2003.

Руководитель направления:

профессор В.И.Максимочкин, профессор Трухин Владимир Ильич.

Тел. 939-4881, комн. Ц-38, Ц-46а.

Исследование физического механизма самообращения намагниченности горных пород

Палеомагнитными исследованиями установлено, что естественная остаточная намагниченность (NRM) горных пород может быть как прямой (направленной по современному ГМП), так и обратной (направленной антипараллельно современному ГМП). Предполагается, что обратная NRM образовалась в поле обратного современному ГМП направления, т.е. происходили переполюсовки ГМП (инверсии) в прошлые геологические эпохи. При лабораторных исследованиях было обнаружено, что в некоторых горных породах при их термонамагничивании в \vec{H} возникает TRM обратного \vec{H} направления. Это так называемое явление самообращения намагниченности. Наличие явления самообращения осложняет изучение магнитохронологии геомагнитного поля. В связи с этим проводится изучение физического механизма самообращения на основе экспериментальных и теоретических исследований природных и синтезированных ферримагнитных минералов. Определение механизма самообращения позволяет решить вопрос о достоверности магнитохронологических шкал, полученных различными исследователями.

Литература:

Трухин В.И. Введение в магнетизм горных пород. М., из-во МГУ, 1973.

Трухин В.И., Жилиева В.А., Зинчук Н.И., Романов Н.Н. Магматизм кимберлитов и траппов. М., из-во МГУ, 1989.

Руководитель направления:

профессор Трухин Владимир Ильич.

Тел. 939-48-81, комн. Ц-38.

Изучение механизмов теплопереноса в веществе коры и мантии Земли

Направление включает в себя ряд задач: экспериментальное исследование закономерностей поведения теплофизических характеристик горных пород и минералов в зависимости от химического состава, концентрации компонент и температуры, установление возможных эмпирических связей этих характеристик с параметрами структуры и параметрами процесса, которые могут быть определены для глубинных частей по данным сейсмических исследований (скорость звука, плотность, средний атомный вес, характеристическая температура, время жизни фонона и др.), изучение особенностей механизма решетчатой теплопроводности сложных многокомпонентных кристаллических систем и возможного вклада радиационной теплопроводности в области высоких температур, получение надежных данных о тепловых свойствах предполагаемого вещества литосферы при

термодинамических условиях залегания и решение проблемы прогнозирования теплофизических характеристик мантии.

Литература:

Петрунин Г.И. Теплофизические характеристики вещества оболочки Земли кондуктивный теплоперенос в мантии. Докт. дисс. (библ. каф. Ц-37), М., МГУ, 1996..

Отделение геофизики. (Брошюра к 50-летию Геофизического отделения. Библ. каф. Ц-37).

Взаимодействие в системе литосфера-гидросфера-атмосфера. М., "Недра", 1996.

Руководитель направления:

проф. Петрунин Г.И.

тел. 939-2894, комн. Ц-52.

Теплофизика недр Земли

Температурный режим мантии. Верхний и нижний пределы температур. Оценка температуры с учетом надиабатического градиента, химической дифференциации и скачков на границах переходной зоны. Температура плавления внутреннего ядра Земли. Адиабатический градиент во внешнем ядре. Оценка теплового потока из ядра в мантию. Процессы эволюции на границах внутреннее-внешнее ядро и внешнее ядро-мантия.

Литература:

Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Недра, 1965.

Жарков В.Н., Трубицын В.П. Физика планетных недр. М., Наука, 1980.

Любимова Е.А.. Термика Земли и Луны, М., Наука, 1968.

Петрунин Г.И. Теплофизические характеристики вещества оболочки Земли кондуктивный теплоперенос в мантии. Докт. дисс. (библ. каф. Ц-37), М., МГУ, 1996.

Физика землетрясения и сейсмических процессов

Физическое описание сейсмичности относится к области физики разрушения и теории прочности сильно неоднородных сред. Литосфера Земли разбита разломами и трещинами, сильно искажающими поле напряжений. Это приводит к своеобразному нелинейному взаимодействию землетрясений. В связи с этим напряженную трещиноватую литосферу нужно рассматривать как неконсервативную систему, состоящую из большого числа элементов, охваченных нелинейными связями. Подобные системы в последнее время активно исследуются в самых различных отраслях физики, полученные в этом направлении результаты позволяют надеяться на прогресс в понимании физических процессов в литосфере Земли, приводящих к землетрясениям.

Литература:

Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 313с.

Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. М.: Мир, 1990. 342 с.

Руководитель направления:

доц. Смирнов Владимир Борисович

тел. 939-38-48, комн. Ц-36.

Изучение напряженно-деформированного состояния сейсмоактивных участков земной коры

Литосфера Земли сейсмоактивных регионов находится в напряженном состоянии, которое приводит к образованию разломных структур, являющихся источ-

ником выделения энергии в процессе землетрясений. Землетрясения приводят к деформированию земной поверхности, образованию складчатых зон, подъемам и опусканиям горных масс. Изучение этих процессов в рамках теории упругости неоднородных сред и механики разрушения важно для выделения областей повышенной сейсмической активности, определения направления миграции сейсмоопасных зон и построения геодинамических моделей регионов. Конечной целью исследования является предсказание возможных катастрофических землетрясений, определение их основных параметров.

Литература:

Костров Б.В. Механика очага тектонического землетрясения. М.: Наука, 1985.

Юнга С.Л. Методы и результаты изучения сейсмоструктурных деформаций. М.: Наука, 1990.

Руководитель направления:

доц. Воронина Елена Викторовна.

Тел. 939-38-48, комн. Ц-34.

КАФЕДРА ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ

Заведующий кафедрой — профессор В.Е.Куницын.

Основные научные направления:

Физика атмосферного озона

Группой проводится широкий цикл исследований, посвященный анализу вариаций и трендов озона и других малых примесей в атмосфере, разработке эмпирических и численных моделей их пространственно-временного распределения, оценке влияния естественных гелиогеофизических факторов на режим этих примесей. На этой основе разрабатываются методы оценки вклада антропогенных воздействий на атмосферу и формулируются рекомендации по уменьшению последствий таких воздействий

Экологические проблемы воздушной среды, атмосферы, связанные с изменениями качества воздуха, погоды и климата определяются изменением химического состава воздуха и, прежде всего, его малых составляющих, включая аэрозоль. Концентрация этих газов в атмосфере неуклонно растет. «Парниковые» газы (углекислый газ, метан, двуокись азота, окись углерода) пропускают видимое солнечное излучение, но поглощают уходящее от Земли тепловое излучение, нагревая, таким образом, нижнюю часть атмосферы. В результате наблюдается изменение теплового баланса Земли. Поэтому в последнее время большую актуальность приобрели исследования влияния вариаций и трендов газового и аэрозольного состава атмосферы и динамики атмосферы на изменения погоды и климата на планете.

Озон, являясь естественным трассером динамических процессов в стратосфере, в то же время обладает мощным радиационным потенциалом в этой области и сам влияет на стратосферную динамику. Он формирует теплую верхнюю стратосферу, защищает Землю от губительного УФ излучения, служит индикатором движений общей циркуляции атмосферы. В то же время озон в больших концентрациях в нижнем слое атмосферы является опасным токсичным газом, сравнимым по своим окислительным свойствам с сильными кислотами. Анализ и разработка

соответствующих моделей режима приземного озона - еще одна из интересных и важных тем группы.

В тесном научном контакте с ИФА РАН проводится работа по освоению уникального комплекса данных проекта TROICA – подвижного вагона-лаборатории, курсирующего по транссибирской магистрали Москва-Владивосток. В области исследований режима малых газовых составляющих в атмосфере группа работает в содружестве с институтом Макса Планка, Майнц, Германия.

Литература:

А.Х.Хргиан, Г.И.Кузнецов. Проблема наблюдений и исследований атмосферного озона. М., Изд. Московского Университета, 1985.

Крамарова Н.А., Кузнецов Г.И., Исследование пространственно-временных особенностей распределения озона и УФ облученности по данным спутниковых наблюдений TOMS 8 и SBUV 8, Статья в сборнике «Физические проблемы экологии (экологическая физика)» № 14, 2007, Москва, «Макс-пресс», стр. 163-176.

Руководитель:

доцент к.ф.-м.н.Кузнецов Г. И., тел. 939-4847

Динамика среднемасштабных процессов и облачности

Группа занимается теоретическим и экспериментальным изучением взаимодействий между движущейся атмосферой и неровностями земли, а также процессов облакообразования. Исследуются процессы обтекания гор воздушным потоком. В настоящее время это явление достаточно хорошо изучено в рамках двумерного приближения рельефа и стационарного потока. Созданы модели обтекания для гор произвольного достаточно гладкого профиля. В этих моделях учитывается разделение атмосферы на различные слои (тропосферу, стратосферу, мезосферу и т.п.) по величине градиента температуры. Показано, что при достаточно протяженном профиле гор по потоку в поле траекторий начинают проявляться особенности формы обтекаемого рельефа, причем основные возмущения атмосферы располагаются непосредственно над горами и не имеют периодического характера. Динамическое взаимодействие между отдельными слоями атмосферы может существенно влиять на орографические возмущения. На основе созданных средств моделирования рассматривается ряд вопросов практической метеорологии, в частности, вопрос о волновом сопротивлении, возникающем при обтекании гор. Показано, что орографические возмущения существенно влияют на энергетику стратосферы и более высоких слоев атмосферы. Разработанные модели используются также при решении проблемы обеспечения безопасности полетов авиации над горами: созданные модели позволяют рассчитать величину вертикальной скорости потока в пространстве над горами и связанное с ней изменение угла атаки. Созданная модель обтекания использована также для исследования влияния орографических возмущений на общее содержание озона над Антарктидой. Полученные результаты применяются в таких задачах, как прогноз погоды и теория климата, обеспечение безопасности проживания в горных районах и полетов над ними, прогноз влияния таких процессов на стратосферный озон, сейсмические явления и др. Перспективным направлением работы является создание моделей обтекания трехмерных рельефов нестационарным потоком с учетом динамических эффектов взаимодействия между атмосферными слоями.

Литература:

В.Н.Кожевников. Возмущения атмосферы при обтекании гор. М., Научный мир, 1999.

Кожевников В.Н., Мемариан М.Х. Орографические возмущения и проблема безопасности полетов над горами Ирана. Проблемы анализа риска. Том 3, №4, стр. 546-361, 2006.

Руководитель:

в.н.с. д.ф.-м.н. Кожевников В.Н., тел. 939-1541

Волны и поля в случайно-неоднородных геофизических средах

В группе решаются вопросы, связанные с теорией распространения волн в природных средах: определение свойств случайных полей с использованием стохастических методов, исследование коэффициентов отражения радиоволн и структуры полей в неоднородных ионосферных слоях и другие задачи. В последнее время рассмотрен ряд задач при новом нетрадиционном подходе к эргодичности. Проблема пространственной эргодичности характерна для многих экспериментальных задач в природных случайно-неоднородных средах, когда возникает необходимость получения статистической информации по одной пространственной реализации. Решение проблемы пространственной эргодичности случайных полей можно существенно упростить заменой операции усреднения по объему усреднением вдоль прямой линии. Этот новый подход позволяет снизить уровень сложности как математического, так и экспериментального решения вопроса. Тем самым, имеется возможность принципиально изменить подход к обработке пространственных данных натурального эксперимента. Ранее исследование свойств геофизических пространственных стохастических полей проводилось, как правило, по временным средним при применении гипотезы Тейлора (1938 г.). Новый подход к пространственной эргодичности позволил подтвердить гипотезу Тейлора и указать границы области ее применения в движущихся (дрейфующих) случайно-неоднородных средах.

В процессе изучения вероятностных характеристик случайных полей проведен анализ корреляционных свойств эйконала (фазы) волны в случайно-неоднородной ионосфере, в том числе и вблизи каустики. Исследованы флуктуации группового пути, времени группового запаздывания, а также уровня (амплитуды) при наклонном отражении волн от плоскостлой случайно-неоднородной среды.

В настоящее время ведутся работы по созданию экспериментальной установки для исследования стохастических пространственных температурных неоднородностей нижней атмосферы с целью прямой проверки нового подхода к пространственной эргодичности.

Литература:

1. Вологдин А.Г., Власова О.К., Приходько Л.И. Флуктуации группового пути и времени группового запаздывания при наклонном отражении волн от плоскостлой среды. Радиотехника и электроника. 2007г. Т.52. № 1. С. 1-5.
2. Вологдин А.Г., Приходько Л.И. Корреляционные свойства группового пути и времени группового запаздывания сигнала при наклонном отражении от случайно-неоднородной среды. Электронные волны и электронные системы. Т.12. №6. 2007.

Руководитель:

доцент к.ф.-м.н. А. Г. Вологдин,
тел. 939-3252

Акустическое зондирование приземного слоя атмосферы

Группой осуществляются теоретические и экспериментальные исследования состояния атмосферы. Разрабатываются современные модели динамики атмосферы.

ры. Ведется работа по установлению на кафедральном вычислительном кластере ряда моделей как регионального масштаба для краткосрочных прогнозов, так и общепланетарного масштаба для анализа климатического состояния атмосферы. Разворачивается работа по использованию новых приборов дистанционного зондирования для использования их в диагностике и прогнозах гидрометеослужбы. Один из таких приборов – акустический локатор (сонар) установлен на крыше физического факультета МГУ и постоянно измеряет скорость ветра и турбулентные потоки в пограничном слое атмосферы. Опыт работы с сонаром позволяет лучше понять потенциал дистанционного зондирования для исследования атмосферной динамики и турбулентности. Ряд научных проектов осуществляется совместно с Институтом физики атмосферы РАН.

Литература:

Юшков В. П., Каллистратова М. А., Кузнецов Р. Д., Курбатов Г. А., Крамар В. Ф. 2007: Опыт использования доплеровского акустического локатора для измерения профиля скорости ветра в городских условиях, Известия РАН, ФАО, Т. 43, № 2, с. 193-205, 2007.

Руководитель:

с.н.с. к.ф.-м.н. Юшков В.П.,
тел. 939-1541, 939-2877.

Теория климата

Основные направления исследований:

I. Моделирование земной климатической системы (ЗКС) и ее изменений. Исследование глобальных и региональных изменений климата с использованием глобальной климатической модели промежуточной сложности, разработанной в ЛТК (КМ ИФА РАН). Исследование чувствительности, устойчивости и стохастичности ЗКС на основе глобальных моделей разной степени сложности - от энергобалансовых моделей до совместных моделей общей циркуляции атмосферы и океана. В том числе аналитические исследования с использованием концептуальных моделей климата и численные расчеты и их анализ с использованием трехмерных моделей климата. Моделирование взаимодействия климатической системы с углеродным циклом, включая метановый цикл. Моделирование процессов формирования и деградации вечной мерзлоты.

II. Диагностика естественных и антропогенных климатических процессов и изменений. Исследование региональных изменений климата, в том числе экстремальных режимов (полярные широты, бассейны Волги и Каспийского моря, сибирских рек). Диагноз регулярных циклов (от суточного и годового хода до циклов Миланковича) и квазициклических процессов (квазидвухлетняя цикличность, Эль-Ниньо / Южное колебание, Северо-Атлантическое и Арктическое колебания, циклы солнечной активности) на основе данных наблюдений, реанализа, палеорекоkonструкций и модельных расчетов. Исследование вихревой активности в атмосфере (внетропические циклоны и антициклоны, тропические и полярные ураганы, блокинг, центры действия в атмосфере). Диагноз процессов в тропосфере и стратомезосфере. Развитие новых методов диагностики (в том числе нелинейных) климатических изменений и причинно-следственных связей в ЗКС.

III. Исследование климатических эффектов, связанных с радиационно-облачно-аэрозольным взаимодействием. Исследование облачного и аэрозольного радиационного форсинга с использованием данных радиационно-облачно-аэрозольного мониторинга на Звенигородской научной станции. Радиационно-

облачно-аэрозольное моделирование и параметризации. Анализ региональных и глобальных тенденций изменений характеристик облачности и ее радиационных эффектов по спутниковым и наземным данным и результатам моделирования.

Литература:

Голицын Г.С. Динамика природных явлений. М.: Физматлит. 2004.

Мохов И.И. Диагностика структуры климатической системы. СПб: Гидрометеопиздат. 1993.

Руководитель:

член-корр. РАН И.И. Мохов,

тел. 951-6453

Спутниковое радиозондирование и томография атмосферы

Направления дистанционного зондирования и томографии ионосферы, верхней атмосферы и других геофизических сред представляют большой практический интерес и активно развиваются в последние годы. Ранее на кафедре были разработаны методы спутниковой радиотомографии ионосферы, включая лучевую, дифракционную и статистическую радиотомографию. На основе развитой теории и разработанных радиотомографических методов реконструкции совместно с Полярным геофизическим институтом РАН и ИЗМИР РАН были проведены эксперименты по радиотомографии ионосферы. Впервые в мире были получены изображения локализованных неоднородностей ионосферы (дифракционная радиотомография), реконструированы радиотомографические сечения глобальной структуры ионосферы, получены спектры флуктуаций электронной плотности (статистическая радиотомография). Результаты реконструкций методом лучевой РТ были подтверждены рядом независимых экспериментов, в частности, совместном российско-американском радарно-томографическом эксперименте в США. В последние годы проводятся различные совместные работы по радиотомографии ионосферы в Европе, Америке, Юго-восточной Азии. Были исследованы как интересные формы известных ионосферных структур (провал, перемещающиеся ионосферные возмущения, экваториальная аномалия, локальные экстремумы и т.д.), так и малоизвестные и новые структуры. По данным РТ исследованы следы различных антропогенных возмущений ионосферы (старты ракет, взрывы, воздействие мощных радиоволн). Разработанные методы спутниковой радиотомографии открывают перспективу создания региональных и глобальной систем мониторинга околоземного пространства. В этой области группа работает в сотрудничестве с рядом зарубежных университетов и научных центров.

С завершением развертывания глобальных навигационных систем второго поколения GPS/ГЛОНАСС появился новый инструмент, который позволяет проводить измерения задержек радиосигналов непрерывно в планетарном масштабе. Это потребовало разработки новых методов, обеспечивающих анализ и интерпретацию GPS наблюдений в целях диагностики состояния ионосферы на основе данных обширной сети станций International Geodynamic Service, число которых с каждым годом увеличивается. Однако, новые постановки радиотомографических задач (четырёхмерная, пространственно-временная томография ионосферы) потребовали разработки и новых методов реконструкции, которые разрабатываются в последние годы.

Литература:

V.E. Kunitsyn, E.D. Tereshchenko. Ionospheric Tomography. Springer-Verlag, 2003.

Трухин В.И., Куницын В.Е., Показеев К.В. Общая и экологическая геофизика. М.: Физматлит, 2007.

В.Е. Куницын, Е.Д. Терещенко, Е.С. Андреева. М. Радиотомография ионосферы. М.: Физматлит, 2007.

Руководитель:

проф. В.Е.Куницын,
тел. 939-3806, 939-2089.

КАФЕДРА ФИЗИКИ МОРЯ И ВОД СУШИ

Заведующий кафедрой — профессор К.В. Показеев

Основные научные направления:

Экологические проблемы геофизики. Антропогенное воздействие на геофизические процессы

Влияние физико-химических неоднородностей морской поверхности, в том числе поверхностных загрязнений, на энерго- и массообмен атмосферы и океана. Волны в океане и их лабораторное моделирование.

Литература:

1. Трухин В.И., Показеев К.В., Куницын В.Е. Общая и экологическая геофизика. – М.: Физматлит, 2005.- 576 с.
2. Лазарев А.А., Показеев К.В., Шелковников Н.К. Физико-химическая неоднородность поверхности океана и поверхностные волны. Изд-во МГУ, 1988
3. Иванов В.А., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Основы океанологии. СПб., Изд-во Лань, 2008 -576 с.

Руководитель направления

профессор К.В. Показеев
комната 1-34, тел. 8(495) 939-16-77

Изучение основных структурных элементов динамики океана

Изучение тонкой структуры морей и океанов. Объектом исследований являются пограничные слои (скоростные и плотностные), а также структуры, возникающие при развитии в среде картины термоконцентрационной конвекции и в следах за телами, движущимися в стратифицированной жидкости.

Исследование внутренних гравитационных волн. Рассматриваются проблемы генерации, распространения и взаимодействия внутренних волн в непрерывно стратифицированной среде.

Вихри и вихреобразование. Исследуются вопросы определения характеристик вихревых структур, генерируемых в однородной и стратифицированной жидкостях вращающимися источниками и движущимися телами.

Акустические явления в стратифицированных средах. В диапазоне ультразвуковых волн проводятся исследования проблем зондирования жидких сред акустическими сигналами, а также взаимодействия звука с поверхностью жидкости, в частности, генерации поверхностных капиллярно-гравитационных волн.

Литература:

1. Чашечкин Ю.Д., Кистович А.В., Левицкий В.В. Многокомпонентная (термоконцентрационная) конвекция в непрерывно стратифицированных средах.

(Учебное пособие и методические указания по выполнению лабораторных работ). Москва, Препринт ИПМ РАН № 634, 1998, 70 с.

2. Чашечкин Ю.Д., Байдулов В.Г., Кистович Ю.В. и др. Моделирование внутренней структуры и динамики природных систем. Москва, Препринт ИПМ РАН № 592, 1997, 96 с.

3. Кистович А.В., Показеев К.В. Основы акустики океана. Учебное пособие. Москва, МАКС Пресс, 2007, 188 с.

Руководители:

доктор физ.-мат. наук доцент Кистович А.В., тел. 8(495)434-01-92,
проф. Показеев К.В., комната 1-34, 8(495) 939-16-77

Нелинейная динамика вод шельфа, уединенные волны

Изучение нелинейных эффектов динамики и термики в шельфовой зоне морей. Исследование нелинейных волн, ветровые волны большой крутизны, ветровые солитоны.

Литература:

Арсеньев С.А. Шелковников Динамика вод шельфа. Изд-во МГУ, 1989

Арсеньев С.А. Шелковников Динамика морских длинных волн, Изд-во МГУ, 1992

Руководитель направления:

Г.н.с. Шелковников Н.К.

Ц-40, Ц-47, 939 33 08

Моретрясения и длинные волны

Исследуются физические механизмы генерации волн цунами подводными землетрясениями, вулканическими извержениями, атмосферными явлениями и падением в океан метеоритов. Разрабатываются численные модели распространения цунами в открытом океане и наката волн на берег. Методы спутниковой океанографии, математическое и физическое моделирование применяется для изучения процессов в океане над эпицентральной зоной подводного землетрясения (моретрясения, интенсификация вертикального обмена).

Литература:

Левин Б.В., Носов М.А. Физика цунами и родственных явлений в океане. М.: «Янус-К», 2005. 360 с.

Руководитель

профессор Носов М.А.

Ц-47, 9393698

Динамика стратифицированных водоемов

Экспедиционные исследования и математическое моделирование глубоководных течений, внутренних волн и вихрей. Изучаются физические механизмы и разрабатываются методы прогноза этих мощных скрытых в морских глубинах процессов. Особый интерес вызывает изучение таких явлений в связи с использованием энергетических и сырьевых ресурсов морей и водоемов суши и с экологическими проблемами. Студенты участвуют в ежегодных экспедициях, создании измерительных систем, анализе результатов и математическом моделировании.

Литература:

1. Самолубов Б.И. Придонные стратифицированные течения // М. «Научный мир», 1999. 464с.
2. Самолубов Б. И. Плотностные потоки и диффузия примесей. М.: Изд. УРСС. 2007. 352 с.

Руководитель направления:

Профессор., внс, дфмн Самолубов Б.И.
2-51, 939 10 46

Теоретическое (аналитическое и численное) и лабораторное моделирование стратифицированных и вихревых течений

Исследование динамики формирования тонкой структуры течений и ее влияния на перенос энергии, импульса и вещества в гидросфере и атмосфере. Визуализация и измерения внутренних и поверхностных волн, компактных вихрей и вихревых систем в непрерывно стратифицированных жидкостях. Разработка новых методов и приборов для измерения параметров морской среды и протекающих в ней процессов.

Литература:

1. Бардаков Р.Н., Васильев А.Ю., Чашечкин Ю.Д. Расчет и измерения конических пучков трехмерных периодических внутренних волн, возбуждаемых вертикально осциллирующим поршнем // Механика жидкости и газа. 2007. № 4. С. 117-133.
2. Гушин В.А., Миткин В.В., Рождественская Т.И., Чашечкин Ю.Д. Численное и экспериментальное исследование тонкой структуры течения стратифицированной жидкости вблизи кругового цилиндра // Прикладная механика и техническая физика. 2007. Т. 48. № 1. С. 43-54.
3. Показеев К.В., Чаплина Т.О., Чашечкин Ю.Д. Введение в оптику океана: Учебное пособие. М., МАКС Пресс. 2007. 176 с.
4. Chashechkin Yu.D. Visualization of singular components of periodic motions in a continuously stratified fluid // Journal of Visualization 2007. V. 10. No. 1. P. 17-20.

Руководитель

профессор Чашечкин Ю.Д.,
тел. 8(495)434-01-92

Динамика и экология речных потоков. Вихревые системы в воде и воздухе

Исследование рек, взаимодействия потока воды с размываемым дном, переноса примеси, катастрофических паводков, наводнений, изучение нелинейных волновых явлений на поверхности потока воды, образования вихрей в пограничных слоях потоков воды и воздуха, смерчей, динамика, взаимодействие и трансформация вихрей. Прогноз последствий катастрофических явлений (селевые потоки, прорыв плотны, наводнения)

Литература:

1. Мельникова О.Н. Динамика руслового потока. Макс Пресс, 2006
2. Мельникова О.Н., Показеев К.В. Термика и молекулярная физика моря. Макс Пресс, 2005

Руководитель направления:

Доцент, д.ф.м.н. Мельникова О.Н.,
Ц-39, 939 10 46

Аналитические исследования термодинамики, динамики и тонкой структуры атмосферы и гидросферы с использованием методов теории непрерывных и дискретных групп, погружения задач в пространства большей размерности, использования оптимальных представлений и сращиваемых асимптотик.

Анализ общих свойств систем и решений определяющих систем уравнений;
Исследование инвариантных свойств регулярных структур многокомпонентной конвекции;

Изучение распространения звуковых волн в неоднородных тонкоструктурных средах;

Анализ динамики процессов переноса примесей тонкоструктурных течениях;
Исследование динамики изолированных вихрей и вихревых систем, процессов переноса и диссипации энергии, локализации и делокализации примесей.

Литература:

1. Бардаков Р.Н., Кистович А.В., Чашечкин Ю.Д. Расчет скорости распространения звука в неоднородной жидкости // Доклады АН, Физика. 2008. Т. 420. № 3. (В печати).
2. Кистович А.В., Чашечкин Ю.Д. Регулярные и сингулярные компоненты периодических движений в толще жидкости // Прикладная математика и механика, 2007, Т. 71. Вып. 5. С. 844 – 854.
3. Chashechkin Yu.D., Baydulov V.G., Kistovich A.V. Basic properties of free stratified flows // J. of Engineering Mathematics, 2006. V. 55. No. 1-4, May-August 2006. P. 313-338.

Руководитель

Д.физ.мат наук, доцент Кистович А.В.,
тел. 8(495)434-01-92

Математическое моделирование динамики и термики пресных водоемов

С помощью математического моделирования изучаются термогидродинамические процессы в пресных и слабосоленых водоемах в различные времена года. Особое внимание уделяется исследованию конвективных процессов в них и, в частности, связанных с аномальной зависимостью плотности воды от температуры в районе 4°C (весной и осенью – возникновение и развитие термобара, зимой – подледная конвекция).

Литература:

1. Блохина Н.С., Овчинникова А.В., Орданович А.Е., Математическое моделирование весеннего термобара в неглубоком водоеме, Вестник Московского университета. Серия 3, Физика. Астрономия, 2002, № 2, с.60-66
2. Филатов Н.Н. Гидродинамика озер. С.Петербург. Наука, 1991. 191 с.

Руководитель

с.н.с. Блохина Н.С.
Ц-47, 939 36 98

Изучение акустических предвестников землетрясений с использованием векторных приемников

Совместная экспериментальная работа с Институтом космофизических исследований и распространения радиоволн (ИКИР) ДВО РАН. Предполагается обработка и анализ экспериментальных данных по измерению акустической эмиссии,

предшествующей землетрясению в натуральных условиях. В перспективе - возможны командировки на Камчатку для участия в экспериментах.

Литература:

1. Гордиенко В.А., Гордиенко Т.В., Краснописцев Н.В., Купцов А.В., Марапулец Ю.В., Шевцов Б.М. Аномалия высокочастотных сигналов геоакустической эмиссии как оперативный предвестник землетрясения. //Ак. Журн, 2008, Т.54, №1, с.97-109.

Руководитель

Гордиенко Татьяна Валерьевна.

8 926 4657452

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕТОДОВ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор Ю.П. Пытьев

Кафедра обеспечивает организацию и проведение лекционных и практических занятий по следующим дисциплинам:

программирование и информатика (первый и второй курс, первый поток)

теория вероятностей и математическая статистика (третий курс)

численные методы (четвертый курс)

Студенты, обучающиеся на кафедре, слушают специальные курсы, дающие фундаментальные знания в области математического моделирования в физике, информационных технологий и программирования.

Основные научные направления

Методы анализа и интерпретации эксперимента

Все знания о физической реальности, которыми располагает современная физика, получены из эксперимента. Чем выше чувствительность измерительной аппаратуры, совершеннее экспериментальная методика, тем глубже мы проникаем в тайны материи. Однако чувствительность приборов ограничена квантовыми, термодинамическими и другими законами. Преодолеть эти ограничения можно, если воспользоваться специально разрабатываемыми на кафедре математическими методами, основанными на анализе результатов измерения, математической модели процесса измерения и другой дополнительной информации об объекте исследования.

Математические вопросы анализа и интерпретации экспериментальных данных разрабатываются на кафедре под руководством профессора Ю.П. Пытьева более тридцати лет. За это время создана математическая теория измерительно-вычислительных систем (ИВС) сверхвысокого разрешения как принципиально нового класса средств измерения, разработан комплекс алгоритмов и программ, позволяющий синтезировать ИВС сверхвысокого разрешения в различных областях физических исследований. Продемонстрирована высокая эффективность разработанных методов при работе со спектрометрическими измерительными системами, системами анализа изображений, дистанционного изучения поверхности Земли и др.

По этому научному направлению опубликовано более 200 научных работ, 6 монографий, защищено около 30 кандидатских и одна докторская диссертация, получено 6 авторских свидетельств.

Литература:

1. Пытьев Ю.П. Математические методы интерпретации эксперимента, М.:Высшая школа, 1989г., 352 стр.
2. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.:Физматлит, 2002г., 382 стр.
3. Чуличков А.И. Основы теории измерительно-вычислительных систем. Линейные стохастические измерительные системы. Тамбов, Изд-во ТГТУ, 2000г., 140 стр.

Руководители:

Профессор Юрий Петрович Пытьев,
комн. 2-40, тел. 939-1332

Профессор Алексей Иванович Чуличков,
комн. 2-40б, тел. 939 41-78

Математические методы анализа и распознавания изображений

Изображения одной и той же сцены могут заметно различаться из-за того, что они были получены при разных условиях - таких как освещение, оптические свойства поверхности объектов, среда, влияющая на оптические свойства объекта, и пр. Этот факт усложняет задачу анализа сцен по их изображениям, поскольку связь между расположением поверхностей объектов и распределением яркостей на поле зрения неоднозначна. Тем не менее, если всевозможные изображения сцены могут быть описаны классом преобразований, выполняемых над одним изображением этой сцены, то естественно считать характеристикой формы объектов на изображении максимальный инвариант данного класса. Поскольку этот инвариант, как правило, не позволяет восстановить форму объектов, он назван формой изображения, а методы анализа изображений, основанные на этой идее - морфологическими.

Разрабатываемые на кафедре методы морфологического анализа изображений предназначены для решения задач классификации, обнаружения, узнавания, оценки параметров объектов реальной сцены по их изображениям, полученным при неизвестных условиях регистрации.

По этому научному направлению опубликовано более 100 научных работ, защищено более 10 кандидатских диссертаций.

Литература:

Пытьев Ю.П. Морфологический анализ изображений. Докл. АН СССР, 1983, т.269, #5, с. 1061-1065.

Пытьев Ю.П. Задачи морфологического анализа изображений. В сборнике "Математические методы исследования природных ресурсов Земли из космоса" М.: Наука, 1984 г.

Yu.P.Pyt'ev. Morphological Image Analysis. - Pattern Recognition And Image Analysis, 1993, vol.3, No. 61, pp. 19-28.

Пытьев Ю.П., Чуличков А.И. «ЭВМ анализирует форму изображения». М.:Знание, сер. Математика. Кибернетика. 1988. г.

Руководители:

Профессор Юрий Петрович Пытьев, комн. 2-40, тел. 939-1332

Профессор Алексей Иванович Чуличков, комн. 2-40б, тел. 939 41-78

Методы нечеткой и неопределенной нечеткой математики

Новое направление, возникшее как альтернатива стохастическому описанию неясности, неточности, нечеткости наших знаний об объекте исследования, возникло в 1995г. Создаваемые математические методы и средства предназначены как для построения математических моделей сложных объектов (физических, технических, социальных, биологических и др.), средств их наблюдения, измерения и регистрации, так и для представления субъективных высказываний о достоверности этих моделей (и основанных на них выводов), их адекватности реальному порядку вещей и, в частности, - для представления возможной эволюции модальностей этих высказываний, обусловленной результатами наблюдений, измерений и другой поступающей в ходе исследований информации. Разрабатываются методы оценивания параметров исследуемых объектов, принятия оптимальных решений и т.д.

Литература:

Ю.П.Пытьев Неопределенные нечеткие модели и их применения. Интеллектуальные системы, том 8, вып 1-4, Москва, 2004г.

Yu. P. Pyt'ev. Uncertain Fuzzy Models and Their Applications: I. Uncertain, Fuzzy and Uncertain Fuzzy Elements and Sets// Pattern Recognition and Image Analysis, vol. 14, N 4, 2004, pp. 541-570.

Пытьев Ю.П. Возможность как альтернатива вероятности. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007.

Руководитель:

Профессор Юрий Петрович Пытьев,
комн. 2-40, тел. 939-1332

Математическое моделирование и компьютерный эксперимент

Метод математического моделирования родился в физике, точнее – в математической физике, далее он постепенно дрейфовал в сторону биологии, общественных дисциплин и др.

На кафедре разрабатываются методологические основы математического моделирования, создаются математические модели физических, биологических, психологических, социальных и др. объектов, явлений и процессов.

Литература:

1. Плохотников К.Э. Математическое моделирование. Экзистенциальный подход. М.: Изд-во МГУ, 1993.

2. Плохотников К.Э. Эсхатологическая стратегическая инициатива: Исторический, политический, психологический и математический комментарий. М.: Изд-во МГУ, 2001.

3. Плохотников К.Э. Нормативная модель глобальной истории. М.: Изд-во МГУ, 1996.

Руководители:

К.ф.-м.н. Константин Эдуардович Плохотников,
комн. 2-40б, тел. 939-4178,

к.т.н. Евгений Александрович Грачев,
комн. 2-40а, тел. 939 4178.

Квантовая теория и вопросы мировоззрения

Квантовая теория порождает массу интересных вопросов и парадоксов мировоззренческого характера. Привычные пространственно-временные интуиции, в которых мы живем в окружающем нас мире, в микромире нарушаются. Не случай-

но, что, несмотря на столетнюю историю квантовой теории, до сих пор не существует ее общепринятой интерпретации, а в гипотезах имеется не менее десятка альтернатив, включая такие экзотические, как «множественность миров». В микромире возможны мгновенные пространственно неограниченные события, хотя в макромире существует ограничение их скоростью света (так называемая «квантовая нелокальность»). Есть процессы, которые невозможно хронологически упорядочить, когда, например, до момента измерения просто не существует конкретного значения измеряемой величины. Причем современный уровень экспериментальной техники позволяет все это наблюдать воочию. Помимо эвристического, эти эффекты имеют и чисто практический интерес: можно повысить точность измерения физических величин, создать изображения с минимумом искажений и т.д. Но самым привлекательным представляется расширение кругозора и представлений о богатстве форм сотворенного мира.

Литература:

1. Белинский. УФН. 1997. № 3.

Руководитель:

Д.ф.-м.н. Александр Витальевич Белинский,
комн. 2-40б, тел. раб. 939-4178,
дом. 143 4831.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

КАФЕДРА КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ И ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН А.А.Логунов

E-mail: chair@hep.phys.msu.ru, <http://hep.phys.msu.ru>

Основные научные направления

Релятивистская теория гравитации (РТГ)

Изучение нелинейных физических процессов, в которых принципиальную роль играет свойство "самоограничения" гравитационного поля, предсказываемое РТГ. Разработка сценария формирования крупномасштабной структуры Вселенной на фоне однородной и изотропной (фридмановской) модели. Анализ гипотезы о существовании "квинтэссенции" на основе данных по ускоренному расширению Вселенной. Оценка массы гравитона по совокупности новейших экспериментальных данных для полной относительной плотности массы ω_{tot} и постоянной Хаббла H .

Руководитель:

академик А.А.Логунов

к. 3-36, тел. 9391647, к. 5-14, тел. 9392696

Теория гравитации в полевой интерпретации

Эволюция Вселенной с полевой точки зрения. Физическая нереализуемость "черных дыр" и проблема "темной материи". Сопоставление теоретических следствий с наблюдательными данными.

Руководитель:

профессор Ю.М.Лоскутов

к. 3-36, тел. 9391647

Взаимодействие физических полей в лабораторных и астрофизических условиях

Поиск новых и уточнение характеристик наблюдаемых эффектов нелинейной электродинамики вакуума и гравитации. Изучение нелинейно-электродинамического взаимодействия лазерного излучения с внутрикристаллическими полями. Исследование физических полей, возникающих при взрывах Сверхновых. Расчет эффектов трансмутации различных полей в астрофизических условиях и условиях лазерного излучения.

Руководитель:

профессор В.И.Денисов

к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

Электромагнитные взаимодействия наночастиц

Изучение классических электростатических взаимодействий частиц наноразмеров, как нейтральных, так и заряженных, между собой и внешними источниками. Изучение процессов слипания наночастиц и образования пылевидных структур, зависимости этих эффектов от внешних условий. Электростатические взаимодействия макромолекул друг с другом и с различными лигандами. Процессы сборки (фолдинга) и разваливания (антифолдинга) различных сложных соединений в системах "макромолекула-лиганд", влияние внешних условий на эти процессы. Динамические эффекты радиационного самодействия излучающей частицы наноразмеров.

Руководитель:

профессор А.А.Власов

к. 3-36, тел. 9391647, к. 5-14, тел. 9392696

Непертурбативные эффекты в физике адронов

Физика адронов при промежуточных и низких энергиях, непертурбативные эффекты квантовой хромодинамики (КХД) в адронной спектроскопии и реакциях с участием адронов, низкоэнергетические тесты Стандартной Модели. Исследование КХД на решетке в пределе сильной связи и в киральном пределе, обоснование эффективных киральных моделей удержания кварков через решеточную аппроксимацию КХД в низкоэнергетическом пределе. Моделирование структуры и свойств нуклонов при низких энергиях в рамках многофазовых гибридных киральных моделей кварковых мешков.

Руководитель:

профессор К.А.Свешников, снс О.В.Павловский

к. 3-36, тел. 9391647, к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

Протяженные частицеподобные энергетические кластеры в квантовопольевых моделях физики частиц

Лоренц-инвариантные методы квантования релятивистских полей в окрестности классической составляющей со структурой протяженного энергетического кластера типа солитона или кваркового мешка через разложение по лоренцевым базисам с переходом в релятивистское конфигурационное представление. Непертурбативные расчеты возникающих при этом существенно релятивистских квантовых эффектов нелокальности в структуре и свойствах таких протяженных частицеподобных объектов и их артефактов в низкоэнергетической физике адронов.

Руководитель:

профессор К.А.Свешников

к. 3-36, тел. 9391647, к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

Проблемы перенормировок вакуумных средних в квантовой теории поля

Разработка методов перенормировки вакуумных средних в КТП, которые могут применяться при наличии логарифмических расходимостей, а также для задач, в которых нет не только явного выражения для спектра, но и отсутствует возможность вывести явное трансцендентное уравнение для уровней. Расчеты эффектов типа Казимира для многообразий со сложной топологией.

Руководитель:

профессор П.К.Силаев

к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

Математические проблемы квантовой механики

Определение энергетического спектра уравнения Шредингера с различными потенциалами притяжения методом интегральных преобразований.

Руководитель:

доцент А.Р.Френкин

к. 3-36, тел. 9391647

Основания квантовой механики

Изучение базовых вопросов квантовой механики, обусловленное необходимостью адекватной интерпретации результатов последних экспериментов по проверке оснований квантовой механики. Разработка теории квантовых измерений, выявление четкого соотношения между локальностью и нелокальностью, а также между причинностью и вероятностным характером квантовых явлений.

Руководитель:

профессор Д.А.Славнов

к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

Физические основы квантовых информационных систем

Исследование перспектив практического использования квантовых систем для создания принципиально новых технологий: квантовых средств коммуникации, квантовой криптографии, квантовых компьютеров.

Руководитель:

профессор Д.А.Славнов, доцент О.Д.Тимофеевская

к. 5-13, 5-14, тел. 9392696

КАФЕДРА ФИЗИКИ УСКОРИТЕЛЕЙ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Заведующий кафедрой — профессор А.П. Черняев.

Основные научные направления:

Развитие новых методов облучения мишени на пучках фотонов, электронов и тяжелых заряженных частиц (моделирование и эксперимент)

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. профессор А.П. Черняев

Южное Крыло физического факультета (НИИЯФ МГУ),

комн. 4-09, т. 939-49-46.

Исследования влияния ионизирующих излучений на биологические структуры. Выявление скрытых повреждений

Исследование особенностей воздействия ионизирующих излучений (γ -излучение, пучок электронов, тяжелые частицы) и других физико-химических факторов на мембраны красных клеток крови. Диагностика скрытых повреждений биологических мембран.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. профессор Е.К. Козлова

Исследования на пучках ускорителя**Использование пучков протонов, электронов и фотонов в лучевой терапии.**

- лучевая терапия на пучке протонов

Руководитель направления:

д.т.н., лауреат Государственной премии, зав. отдела медицинской физики ИТЭФ профессор В.С. Хорошков

- исследования на пучках электронов и фотонов

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. профессор А.П. Черняев

Участие в разработке новых ускорителей:

Разработка методов повышения эффективности передачи энергии ионизирующего излучения мишени.

- ускорителей протонов для медицинских целей

Руководитель направления:

д.т.н. Г.И Кленов (ИТЭФ, МРТИ).

- ускорителей электронов для научных, биологических и медицинских задач

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. профессор А.П. Черняев

Оптимизация дистанционной лучевой терапии

Руководитель направления:

д.м.н. И.М. Лебеденко (РОНЦ им. Н.Н. Блохина)

Вычислительная томография

Эмиссионная (однофотонная) радионуклидная томография с применением интегрально-кодовых систем измерений (ИКСИ), в том числе разработка и исследование ИКСИ на основе плоских многопинхольных кодирующих коллиматоров. Трансмиссионная томография рассеивающих сред, в том числе оптическая томография биологических объектов.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н., профессор С.А. Терещенко

Магнитная резонансная томография

Руководители направления:

д.ф.-м.н., профессор А.П. Черняев, д.ф.-м.н., профессор Ю.А. Пирогов

Участие в экспериментах и анализе их результатов ведущих ускорительных центров мира (CERN, DESY)

Руководители направления:

д.ф.м.н. Э.Э. Боос, д.ф.-м.н. Л.К. Гладилин (НИИЯФ)

Физика ускорения пучков высоких энергий

Анализ поведения пучков заряженных частиц в крупных кольцевых ускорителях заряженных частиц, используемых для научных исследований в области физики частиц высоких энергий и ядерной физике, а также для прикладных целей. Изучение движения частиц во внешних электромагнитных полях. Анализ основных структурных характеристик кольцевых ускорителей, обеспечение устойчивости продольных и поперечных колебаний частиц с учетом возможных возмущений электромагнитного поля ускорителя. Обеспечение устойчивости движения частиц в пучке с учетом их взаимодействия друг с другом. Эффекты пространственного заряда и тока пучка, включая анализ различного рода когерентных неустойчивостей продольного и поперечного движений ускоряемых частиц.

Руководитель направления:

к.ф.-м.н. доцент П.Т. Пашков (ИФВЭ, г. Протвино)

Физика ускорения пучков поляризованных частиц

Руководитель направления:

к.ф.-м.н. ст. преподаватель С.М. Варзарь

Лекционные курсы читают

преподаватели физического, биологического и химического факультетов, факультета фундаментальной медицины, ведущие ученые из НИИЯФ МГУ, ИФВЭ (г. Протвино), ИТЭФ, Московской медицинской академии имени И.М. Сеченова, ГНЦ «Институт биофизики», Онкологического института МНИОИ им. П.А. Герцена, РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН.

КАФЕДРА ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА И КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ СТОЛКНОВЕНИЙ

Заведующий кафедрой — профессор В.И. Саврин.

Базовые центры кафедры:

Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ)

- Отдел ядерных реакций
- Отдел экспериментальной физики высоких энергий
- Отдел ядерно-спектроскопических методов
- Отдел ядерных и космических исследований
- Отдел физики атомного ядра

Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна)

- Лаборатория теоретической физики
- Лаборатория ядерных реакций
- Лаборатория нейтронной физики
- Лаборатория ядерных проблем
- Лаборатория высоких энергий
- Лаборатория физики частиц
- Лаборатория радиационной биологии
- **Институт ядерных исследований Российской академии наук**
- Лаборатория фотоядерных реакций
- Баксанская нейтринная обсерватория
- **Российский научный центр «Курчатовский институт»**
- Институт общей и ядерной физики
- Курчатовский источник синхротронного излучения

Основные научные направления:

ЭКСПЕРИМЕНТ

1.1. Эксперимент в области физики высоких энергий

Исследования свойств материи при столкновениях элементарных частиц и ядер на современных ускорителях высоких энергий

Изучение структуры протона вплоть до расстояний 10^{-16} см, исследование рождения и свойств тяжёлых кварков (с, b, t), поиск пентакварков; поиск и исследование кварк-глюонной плазмы, поиск бозонов Хиггса, ответственных за возникновение масс частиц в Стандартной Модели (СМ), поиск новых физических явлений, выходящих за рамки СМ, в том числе: поиск лептокварков; поиск суперсимметричных частиц; поиск дополнительных пространственных размерностей. Эксперименты проводятся в лабораториях Института физики высоких энергий (г. Протвино, Россия), DESY (Германия), FNAL (США), CERN (Швейцария).

Руководитель:

Профессор Ермолов Павел Федорович,
заведующий отделом экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ, Корпус высоких энергий НИИЯФ МГУ, ком. 2-03, тел.: 939-30-64, e-mail: ermolov@sinp.msu.ru

Ядро-ядерные взаимодействия при релятивистских энергиях

Образование кварк-глюонной плазмы и исследование признаков ее проявления в экспериментах на ускорителях RHIC (США) и LHC (ЦЕРН). Моделирование событий с рождением струй и разработка метода вейвлет-анализа для реконструкции многоструйных событий. Азимутальная анизотропия частиц в столкновениях тяжелых ионов как признак проявления коллективных эффектов на партонном уровне. Электромагнитные взаимодействия тяжелых ионов в периферических столкновениях при высоких энергиях. Рождение экзотических мезонов с необычными квантовыми числами в дифракционных процессах.

Руководитель:

Профессор Коротких Владимир Леонидович,
вед.науч.сотр. НИИЯФ МГУ, Корпус высоких энергий НИИЯФ МГУ, ком. 1-16,
тел. 939-51-97, e-mail: vlk@lav01.sinp.msu.ru

Исследование электромагнитных взаимодействий адронов и ядер

Работа ведется в ИЯИ РАН совместно с ведущими европейскими центрами по исследованию электромагнитных взаимодействий ядер (коллаборации GRAAL, Гренобль (Франция), ELISe, Дармштадт, A2, Майнц, Германия). Используются уникальные пучки монохроматических поляризованных фотонов и широкоапертурные детекторы для исследования фундаментальных правил сумм, динамической, спиновой структуры нуклонов, получения полной и модельно-независимой информации о характеристиках фоторождения мезонов на нуклонах и ядрах.

Руководитель:

Профессор Недорезов Владимир Георгиевич,
заведующий лабораторией фотоядерных реакций ИЯИ РАН, тел. 135-05-78, e-mail: vladimir@cpce.inr.ac.ru

Исследование роли странных кварков в структуре нуклонов и ядер

Ведутся исследования околопорогового рождения векторных мезонов (ω , ϕ) в протон-протонном и дейтрон-протонном рассеянии с целью определения степени нарушения феноменологического правила Окубо-Цвейга-Иизуки. Одной из вероятных причин нарушения этого правила теория считает наличие скрытой внутренней странности в нуклонах. Для проведения этих исследований создана экспериментальная установка НИС-ГИБС на выведенном пучке сверхпроводящего синхротрона - Нуклотрона ОИЯИ. Одновременно, на этой же установке, будут проводиться исследования процессов рождения легчайших гиперядер, в частности, поиск пока не обнаруженного гиперядра ${}^6_{\Lambda}H$. Третьим направлением экспериментальных работ на установке НИС-ГИБС является поиск экзотических барионов, в частности, т.н. пентакваркового бариона Θ^+ . Группа сотрудничает с коллегами из Германии (протонный ускоритель COSY, Юлих) и Японии (спектрометр LEPS на электронном синхротроне Spring-8).

Руководитель:

Д.ф.-м.н. Строчковский Евгений Афанасьевич,
Заместитель директора Лаборатории физики частиц, ОИЯИ, г. Дубна.

1.2. Эксперимент в области структуры ядра и ядерных реакций

Исследование временных характеристик ядерных реакций

Исследование механизмов ядерных реакций. Изучение времени протекания ядерных реакций. Разработка методов измерения временных характеристик ядерных реакций методом, основанном на эффекте теней, который был открыт и изучен в НИИЯФ МГУ.

Руководитель:

Профессор Тулинов Анатолий Филиппович, тел. 939-24-65

Ядерные реакции с тяжелыми ионами, физика деления

Исследования ультракоротких времен протекания ядерных реакций и, в частности, процесса вынужденного деления тяжелых ядер с целью изучения фундаментальных аспектов динамики коллективного движения нуклонов в ядре, свойств ядер при высоких значениях энергии возбуждения, углового момента и деформации. Работа ведется совместно с Национальным институтом ядерной физики Италии INFN.

Руководители:

Профессор Юминов Олег Аркадьевич,
заведующий отделом ядерных реакций НИИЯФ МГУ, 19-й корп. НИИЯФ МГУ,
комн. 1-53, тел. 939-50-92,

e-mail: yuminov@p5-lnr.sinp.msu.ru

Доцент Платонов Сергей Юрьевич,

комн. 2-11, тел. 939-24-65, e-mail: platonov@p10-lnr.sinp.msu.ru

Исследование рассеяния заряженных частиц низких и средних энергий атомными ядрами

Исследование закономерностей среднего ядерного поля с применением методов совместного дисперсионного оптико-модельного анализа данных по связанным состояниям и рассеянию протонов атомными ядрами. Исследование особенностей проявления эффекта пороговой аномалии в дифференциальных сечениях рассеяния и полных сечениях реакций.

Руководитель:

Профессор Романовский Евгений Александрович,
Заведующий отделом НИИЯФ МГУ, 19-й корп. НИИЯФ МГУ, комн. 3-02, тел. 939-23-98, e-mail: besp@hep.sinp.msu.ru

Исследования механизмов ядерных реакций и структуры легких ядер методом угловой корреляции гамма-квантов и заряженных продуктов реакции

Для определения механизма реакции типа $A(x,y)B^* \rightarrow B_0 + \gamma$ измеряются дважды дифференциальные сечения реакции в различных плоскостях относительно плоскости реакции. При выполнении определенного количества таких измерений возможно восстановить значительную часть (в некоторых случаях все и тогда реализуется программа "полного опыта") компонентов спин-тензора матрицы плотности конечного возбужденного состояния ядра B . Работа выполняется на циклотроне НИИЯФ МГУ. Полученные экспериментальные результаты сравниваются теоретическими расчета-

ми в предположении различных прямых механизмов реакции и различных предположениях о структуре участвующих в реакции ядер.

Руководители:

Профессор Зеленская Наталья Семеновна,
заведующая лабораторией НИИЯФ МГУ, 19-й корп. НИИЯФ МГУ, комн. 2-10,
тел. 939-25-07, e-mail: zelenskaya@anna19.sinp.msu.ru

Доцент Спасский Андрей Васильевич,
заведующий лабораторией ускорительных установок НИИЯФ МГУ, 19-й корп.
НИИЯФ МГУ, комн. 2-10, тел. 939-25-07, e-mail: wg2@anna19.sinp.msu.ru

ТЕОРИЯ

Методы квантовой теории столкновений в физике ядерных реакций, атомных и мезоатомных процессов

Группа разрабатывает многоканальные аспекты квантовой теории столкновений и ее применение к новым вопросам физики ядерных реакций в областях перекрывания физики ядра, элементарных частиц и астрофизики (возбуждение субнуклонных степеней свободы ядра в реакциях при высоких энергиях, проблема кварк-глюонной плазмы, ассоциирование и коллективное возбуждение нуклонов в ядрах, корреляционные и поляризационные методы ядерных исследований, роль сложных ядер сверхвысоких энергий во Вселенной). На базе разрабатываемых в группе методов теории открытых квантовых систем, во взаимодействии с ведущими экспериментальными лабораториями ряда стран, проводятся комплексные исследования по физике взаимодействия релятивистских многозарядных ионов, лазерного излучения и антипротонов с веществом.

Руководитель:

Профессор Балашов Всеволод Вячеславович,
19-й корп. НИИЯФ МГУ, комн. 3-04, тел. 939-25-13,
e-mail: balvse@anna19.sinp.msu.ru

Составные частицы в ядерной физике низких и промежуточных энергий

Описание нуклон-нуклонных взаимодействий через кварк-глюонные степени свободы, теория составных частиц в атомных ядрах (выбивание кластеров, тяжелый кластерный распад), алгебраический аппарат квантовых групп, физика гиперядер, развитие применения корреляционного метода ($e, 2e$) - аналога метода ($p, 2p$) в физике ядра - для исследования электронной структуры атомов, молекул и твердого тела.

Руководитель:

Профессор Неудачин Владимир Германович,
заведующий лабораторией теории атомного ядра НИИЯФ МГУ, 19-й корп.
НИИЯФ МГУ, комн. 3-05, тел. 939-49-05,
e-mail: neudat@nucl-th.sinp.msu.ru

Квантовая теория систем нескольких тел

Описание сильного взаимодействия при низких и промежуточных энергиях. Разработка и применение трех- и четырех-частичных уравнений для описания малонуклонных систем и процессов ядерных и ион-атомных соударений. Учет

кулоновских эффектов в ядерных реакциях. Описание астрофизических ядерных процессов. Диаграммные и дисперсионные методы в теории столкновений. Релятивистские обобщения уравнений теории систем нескольких тел. Теоретико-полевые модели, учитывающие внутреннюю структуру частиц. Описание адрон-адронного рассеяния с учетом мезонных обменных эффектов и кварк-глюонных степеней свободы.

Руководитель:

Профессор Блохинцев Леонид Дмитриевич,
Главный научный сотрудник НИИЯФ МГУ, комн. Ц-11, тел. 939-51-54, e-mail: blokh@srd.sinp.msu.ru

Взаимодействие и распад сложных ядер

Исследования механизмов ядерных реакций с тяжелыми ионами и вынужденного деления. Изучение динамики крупномасштабного коллективного ядерного движения, механизма ядерной диссипации и различных релаксационных процессов, сопровождающих эти реакции. Разработка новых теоретических подходов к описанию взаимодействия и распада тяжелых ядер, базирующихся на использовании методов неравновесной статистической механики в теории ядерных реакций.

Руководитель:

Доцент Еременко Дмитрий Олегович,
Старший научный сотрудник НИИЯФ МГУ,
комн. 2-11, тел. 939-24-65, e-mail: eremenko@p6-lnr.sinp.msu.ru

Многочастичные аспекты теории взаимодействия быстрых электронов с атомами

В рамках научного направления "Исследование квантовых систем посредством их многократной ионизации быстрыми частицами" проводится теоретическое изучение тонких процессов столкновения нескольких атомных частиц. К таким процессам относятся, в частности, однократная и двукратная ионизация атомов быстрым электроном, многократные ионизационные процессы в атоме под действием слабого и интенсивного электромагнитного поля, взаимодействие быстрого иона (протона) с атомом и др. Помимо атомов исследуются те же процессы, но на тонких пленках и поверхностях. Работы ведутся в рамках широкого международного научного сотрудничества с привлечением большого объема экспериментального материала.

Руководители:

Доцент Попов Юрий Владимирович,
заведующий лабораторией НИИЯФ МГУ, комн. 4-10, тел. 939-50-47,
e-mail: popov@srd.sinp.msu.ru
ассистент Кузаков Константин Алексеевич, комн. 4-10, тел. 939-50-47,
e-mail: kouzakov@srd.sinp.msu.ru

Экзотические атомы

Исследование свойств экзотических атомов и их взаимодействий с обычными атомами и молекулами среды, в которой они образуются при остановке в веще-

стве тяжелых отрицательных частиц (мюонов, пи-мезонов, К-мезонов, антипротонов и т.п.). Характер процессов с участием экзотических атомов определяется как свойствами входящих в них элементарных частиц и ядер, так и свойствами их электронной оболочки и структуры среды, в которой эти процессы происходят. Тематика работы тесно связана с новейшими достижениями экспериментальных исследований в этой области, включая изучение метастабильных состояний антипротонов в веществе и атомов антиводорода.

Руководитель:

Д.ф.-м.н. Коренман Григорий Яковлевич,
вед. научн. сотр. НИИЯФ МГУ, тел. 939-25-13

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТЯХ, СМЕЖНЫХ С ФИЗИКОЙ ЯДРА

Взаимодействия быстрых заряженных частиц с веществом

Исследования взаимодействия пучков ускоренных заряженных частиц с кристаллами. При этом получен ряд фундаментальных результатов, А.Ф.Тулиновым открыто новое физическое явление - эффект теней при взаимодействии частиц с монокристаллами. Исследования взаимодействия частиц с кристаллами дают принципиально новую информацию как для ядерной физики, так и для физики твердого тела. Изучение явления каналирования и применения его для определения положения примесных атомов в ячейке кристалла.

Руководитель:

Профессор Тулинов Анатолий Филиппович, тел. 939-24-65

Применение экспериментальных методов ядерной физики для исследований в области физики твердого тела, материаловедения и нанотехнологий

Ведется разработка новых экспериментальных методик для диагностики и контроля состава и свойств поверхности материалов и изделий. Данные методики основаны на использовании физических явлений: ядерного обратного рассеяния протонов, резерфордского обратного рассеяния протонов и альфа-частиц, регистрации ядер отдачи. Исследования ведутся на базе ускорительного комплекса НИИЯФ МГУ.

Руководители:

Профессор Романовский Евгений Александрович,
Заведующий отделом НИИЯФ МГУ, 19-й корп. НИИЯФ МГУ, комн. 3-02, тел. 939-23-98, e-mail: besp@hep.sinp.msu.ru

Профессор Борисов Анатолий Михайлович,
Кафедра технологии обработки материалов потоками высоких энергий МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского,
19-й корп. НИИЯФ МГУ, комн. 2-19, тел. 939-48-36, 939-39-04,
e-mail: borisov@anna19.sinp.msu.ru

Экспериментальные исследования нанокристаллических материалов и тонких поверхностных слоев методами конверсионной мессбауэровской спектроскопии

Методы мессбауэровской спектроскопии являются мощными методами исследования магнитных и кристаллических свойств твердых тел. Регистрация электро-

нов конверсии, возникающих при резонансном поглощении гамма-квантов ядрами, позволяет применить эти методы для исследования тонких слоев и поверхностей. Исследования проводятся как при комнатных температурах, так и при температурах жидкого азота и жидкого гелия. Для обработки экспериментальных данных используются современные вычислительные методы.

Руководитель:

К.ф.-м.н. Андрианов Виктор Александрович
ст. научн. сотр. НИИЯФ МГУ, комн. Ц-16, тел. 939-41-60,
e-mail: andrva@srd.sinp.msu.ru

Исследование сверхтонких взаимодействий в конденсированных средах методами ядерной спектроскопии

Измерение магнитных и электрических полей, действующих на ядра атомов (ионов) в твердых телах и молекулах, изучение их связи с кристаллической, магнитной и электронной структурой вещества. Используемые методы: эффект Мессбауэра, угловые корреляции и распределения ядерных излучений.

Руководитель:

Профессор Сорокин Артемий Андреевич,
вед. научн. сотр. НИИЯФ МГУ, комн. Ц-11, тел. 939-51-54,
e-mail: sorokin@srd.sinp.msu.ru

Сверхпроводящие туннельные детекторы

Проводятся исследования физических основ работы сверхпроводящих туннельных детекторов мягкого рентгеновского и гамма-излучения при гелиевых и сверхнизких температурах в рамках общей задачи создания принципиально новых детекторов высокого разрешения для ядерной физики и других областей науки и техники.

Руководители:

К.ф.-м.н. Козин Михаил Германович,
ст. научн. сотр. НИИЯФ МГУ,
К.ф.-м.н. Ромашкина Ирина Леонидовна,
ст. научн. сотр. НИИЯФ МГУ, комн. Ц-16, тел. 939-41-60,
e-mail: irom@srd.sinp.msu.ru , kozin@srd.sinp.msu.ru

Разработка и экспериментальные исследования новых криогенных детекторов ядерных излучений

Криогенные детекторы ядерных излучений позволяют существенно улучшить энергетическое разрешение и снизить порог регистрации по энергии по сравнению с традиционными полупроводниковыми и сцинтилляционными детекторами. Проводятся экспериментальные исследования детекторов ядерных излучений на основе сверхпроводящих туннельных переходов (СТП-детекторы).

Руководитель:

К.ф.-м.н. Андрианов Виктор Александрович
ст. научн. сотр. НИИЯФ МГУ, комн. Ц-16, тел. 939-41-60,
e-mail: andrva@srd.sinp.msu.ru

Ядерная медицина и биология

Кафедра придает большое значение внедрению методов физики ядра в биологические и медицинские исследования и подготовке на кафедре специалистов особого профиля, имеющих профессиональную базу в области физики атомного ядра и готовых к проведению научных исследований в области биофизики и медицины.

Для Отдела радиационной биологии ОИЯИ подготовлены и направлены для работы несколько выпускников кафедры.

В Отделе ядерных реакций НИИЯФ МГУ, с непосредственным участием сотрудников кафедры, в сотрудничестве с ГНЦ "Институт биофизики" Минздрава РФ, Кардиологическим научным центром Минздрава РФ и Онкологическим научным центром РАМН проводится разработка циклотронных радиофармацевтических препаратов для целей радионуклидной диагностики и терапии кардиологических и онкологических заболеваний (*руководитель - профессор О.А. Юминов*).

В Отделе ядерных и космических исследований НИИЯФ МГУ ведется разработка методик и технических средств и исследование воздействия моделируемых факторов дальнего космоса – раздельного и комбинированного воздействия гипомагнитных условий при кратности ослабления до 10^3 и ионизирующего излучения с высокой линейной передачей энергии (ЛПЭ) на биологические объекты и модельные физико-химические самоорганизующиеся системы. Работы проводятся совместно с ГНЦ РФ – Институтом медико-биологических проблем РАН, кафедрой биофизики биологического ф-та и кафедрой экстремальной медицины ф-та фундаментальной медицины МГУ (*руководитель - доцент А.В. Спасский*).

В Отделе ядерно-спектроскопических методов НИИЯФ МГУ студенты кафедры участвуют в исследованиях сверхтонкого взаимодействия ядер в органических комплексах (*руководитель - профессор Л.Д. Блохинцев*).

В сотрудничестве с ИЯИ РАН, на базе Курчатовского источника синхротронного излучения (КИСИ), кафедра ведет подготовку специалистов по исследованию воздействия синхротронного излучения на биологические объекты (*руководитель - профессор В.Г. Недорезов*).

Физика ядра в астрофизических и космофизических исследованиях

Кафедра тесно взаимодействует с Отделом лептонов высоких энергий и нейтринной астрофизики ИЯИ РАН (руководитель - профессор В.Н. Гаврин), где студенты кафедры выполняют дипломные и диссертационные работы.

Теоретиков кафедры привлекают разнообразные проблемы астрофизики и физики космических излучений и ведется их разработка с позиций физики атомного ядра и квантовой теории столкновений (руководитель - профессор В.В. Балашов). Исследована роль сложных ядер в первичной компоненте космических излучений в формировании спектров γ -квантов с энергией выше 10^{17} эВ от галактических и внегалактических источников. Создан метод извлечения сечений адрон-нуклонного взаимодействия в области асимптотически высоких энергий из ядерных данных путем применения "обратной задачи" теории многократных столкновений; метод был впервые использован в НИИЯФ МГУ в связи с запуском исследовательского спутника "Протон-4" и успешно применен в Батавии (Fermilab) в эксперименте SELEX; в результате был подтвержден рост сечений адрон-нуклонного взаимодействия вплоть до энергии в 600 ГэВ.

КАФЕДРА ФИЗИКИ КОСМОСА

Заведующий кафедрой — профессор М.И. Панасюк

Основные научные направления:

Космические лучи и фундаментальные взаимодействия

Космические лучи - природный источник частиц высоких и сверхвысоких энергий от 10^{10} до 10^{20} эВ (для сравнения, крупнейший из действующих в настоящее время ускорителей - коллайдер Фермиевской национальной лаборатории США эквивалентен по энергии протонов $2 \cdot 10^{15}$ эВ, а запущенный в ЦЕРНе Большой Адронный Коллайдер (LHC) получит энергию, эквивалентную энергии протонов $1,5 \cdot 10^{17}$ эВ).

Экспериментальные методы изучения космических лучей разнообразны: подземные, наземные, аэростатные и спутниковые.

Космические лучи детектируются в верхних слоях атмосферы и за ее пределами с помощью активных и пассивных калориметрических систем – приборов для определения энергии первичной частицы.

В экспериментах изучается химический состав и энергетическое распределение первичных космических лучей, процессы их взаимодействия с веществом, а также свойства фундаментальных взаимодействий.

Фундаментальные взаимодействия детально изучаются сотрудниками кафедры в экспериментах на существующих ускорителях и в экспериментах CMS, ATLAS, ALICE, LHC-B, которые вскоре начнут работать на ускорителе Большой Адронный Коллайдер (LHC) в ЦЕРНе, а также в международном эксперименте ОПЕРА, в котором будут исследоваться процессы осцилляции нейтрино в пучке от ускорителя ЦЕРНа посредством прямой регистрации лептонов в подземной лаборатории Гран-Сассо (Италия).

Основные проблемы, стоящие перед экспериментаторами – изучение механизма генерации частиц высоких энергий, определение спектра и химического состава космических лучей, а также поиск новых фундаментальных частиц (Хиггсовских бозонов, суперсимметричных частиц), обнаружение новых неизвестных состояний материи.

Литература:

В.С.Мурзин. Введение в физику космических лучей. М.: Изд. МГУ, 1988

Т.П.Аминева, Л.И.Сарычева. Фундаментальные взаимодействия и космические лучи. М.: Изд.Эдиториал УВСС, 1999.

Руководители:

Панасюк Михаил Игоревич, д.ф.-м.н., профессор, директор НИИЯФ МГУ

Сарычева Людмила Ивановна, д.ф.-м.н., профессор.

Роганова Татьяна Михайловна, д.ф.-м.н., зав.лаб.НИИЯФ МГУ

Комната 5-11, телефон 939-3606

Астрофизика космических лучей

Астрофизика космических лучей – наука о природе высокоэнергичных частиц, источником которых является наша Галактика, а также некоторые внегалактические объекты. Основной задачей астрофизики космических лучей является изучение физических процессов, связанных с их происхождением, ускорением и распространением.

Детекторные системы, регистрирующие частицы, приходящие из Вселенной, охватывают широкий класс ядерно-физических методик: регистрация установки расположены в горах и на уровне моря; весьма перспективным представляется исследование частиц предельно высоких энергий при помощи установок космического базирования, которые могут регистрировать оптическое излучение ШАЛ.

Литература:

Астрофизика космических лучей. Под ред. В.Л.Гинзбурга. М.: Изд. "Наука", 1990

В.С.Мурзин. Астрофизика космических лучей. М.: Изд. «Логос», 2006

М.И.Панасюк. Странники Вселенной или эхо большого взрыва. Фрязино. Изд. «Век-2», 2005

Г.Б.Христиансен. Космические лучи сверхвысоких энергий. М.: Изд. МГУ 1974

Руководители:

Калмыков Николай Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, зав.отделом НИИЯФ МГУ

Панасюк Михаил Игоревич, д.ф.-м.н., профессор, директор НИИЯФ МГУ

Комната 5-11, телефон 939-3606

Нейтринная астрофизика

Задачей экспериментальной астрофизики является наблюдение нейтрино, испускаемых активными ядрами галактик при гравитационных коллапсах звезд; а также реликтовых нейтрино сверхвысоких энергий родившихся в яркую фазу существования галактик.

Нейтрино, благодаря слабому взаимодействию с веществом, может выходить из объектов не прозрачных для других видов излучения и, следовательно, может дать важную информацию о процессах внутри них. Основные направления исследований в области экспериментальной нейтринной астрофизики, проводимые в настоящее время следующие:

1. *Исследование внутреннего строения Солнца.*

2. *Исследование гравитационного коллапса массивных звезд.*

3. Поиск нейтрино от объектов, в которых, по-видимому, происходит ускорение космических лучей, таких как бинарные звездные системы, туманности, образовавшиеся после взрыва сверхновых звезд, ядра активных галактик, источники гамма-всплесков.

4. Поиск темной материи с помощью нейтрино.

5. *Исследование нейтринных осцилляций, использующее в качестве источника атмосферные нейтрино или солнечные нейтрино .*

Эксперименты проводятся на подземных и подводных комплексных установках, называемых нейтринными телескопами.

Литература

Д.Бакал. Нейтринная астрофизика. М.: Изд. "Мир", 1993

Г.В. Клапдор-Клайнротхаус, К.Цюбер, Астрофизика элементарных частиц, Ред.УФН, 2000

А.В.Засов, К.А. Постнов Общая астрофизика. Изд-во Век 2, 2006

Руководители

Зацепин Георгий Тимофеевич, академик, гл.научн.сотр.ИЯИ РАН

Кузьмичев Леонид Александрович, д.ф.-м.н., зав.лаб. НИИЯФ МГУ

Рентгеновская и гамма-астрономия

Рентгеновская и гамма-астрономия изучает космическое рентгеновское излучение в диапазоне энергий 1-100 КэВ и гамма-излучение в диапазоне энергий 0,1-108 МэВ. Высокоэнергичное электромагнитное излучение, приходящее на Землю из космоса, принято подразделять на диффузное (метagalактическое и галактическое) и излучение от точечных источников (звезды, квазары, ядра активных галактик).

Изучение характеристик космического рентгеновского и гамма излучений имеет фундаментальное значение как для астрофизики, так и для физики в целом, так как позволяет судить о процессах в межзвездной среде и астрофизических объектах, дает информацию о местоположении этих объектов. Большой интерес представляет изучение космических гамма-всплесков, источники которых находятся на космологических расстояниях. Природа этого явления до конца не изучена.

Литература:

Астрофизика космических лучей. Под ред. В.Л.Гинзбурга. М.: Изд. "Наука", 1984

Руководители:

Галкин Владимир Игоревич, доцент

Свертилов Сергей Игоревич, доцент

Комната 5-11, телефон 939-3606

Космическая физика и солнечно-земные связи

Активность ближайшей к Земле звезды – Солнца - является источником многих до конца не понятых явлений на Земле и в околоземном космическом пространстве. Расширяющаяся солнечная корона создает сверхзвуковой поток плазмы – солнечный ветер. Солнечный ветер заполняет область с масштабом ~100 а.е. – гелиосферу. Он сжимает магнитное поле Земли с дневной стороны и вытягивает с ночной стороны. Образуется полость, заполненная проникшими в нее частицами солнечного ветра и ускоренными частицами ионосферы – магнитосфера Земли.

Окружающие Землю энергичные частицы формируют радиационные пояса. Большие возмущения на Солнце и в солнечном ветре приводят к магнитным бурям. Во время магнитных бурь магнитосфера заполняется энергичными частицами, горят интенсивные полярные сияния, которые можно наблюдать на низких широтах, нарушается дальняя радиосвязь, наводятся мощные токи в нефти- и газопроводах, длинных линиях электропередач, горят трансформаторные подстанции.

Большие потоки релятивистских электронов приводят к выходу из строя спутников и космических аппаратов. Изучение таких процессов является составной частью программ «Космическая погода». Экспериментальные работы по изучению «Космической погоды» ведутся на постоянно запускаемых спутниках, ракетах, баллонах и наземными методами. Важной составной частью работ является моделирование плазменных процессов в околоземном космическом пространстве и гелиосфере.

Литература

Модель Космоса, под ред. М.И. Панасюка, т. 1, 2, М., «КДУ», 2007.

Л. Лайонс, Д. Вильямс, Физика магнитосферы. М. «Мир», 1987.

С. Акасофу, С. Чепмен, Солнечно-земная физика. М. «Мир», 1974, 1975.

Руководители:

Панасюк Михаил Игоревич, д.ф.-м.н., профессор, директор НИИЯФ МГУ
Антонова Елизавета Евгеньевна, д.ф.-н., профессор, в.н.с. НИИЯФ МГУ
ком. 2-09а, тел. 939-28-10.

Веселовский Игорь Станиславович, д.ф.-м.н., профессор, в.н.с. НИИЯФ МГУ
тел. 939-12-98

Кропоткин Алексей Петрович, д.ф.-м.н., зав.отделом НИИЯФ МГУ,
тел. 939-38-33

Биологическое действие космических излучений и вопросы радиационной безопасности космических полетов (космическая радиобиология)

Изучаются особенности и биологическая эффективность сложного характера радиационного воздействия на космонавтов галактических космических лучей, протонов солнечных космических лучей и радиационных поясов Земли, а также нейтронов. На основе экспериментов, проводимых на ускорителях протонов и тяжелых заряженных частиц в Объединенном Институте ядерных исследований, проводится сравнение эффектов поражения клеток различных тканей и оценивается реакция организма при действии рентгеновского, гамма - излучений, нейтронов, ускоренных протонов и многозарядных ионов.

Рассматриваются основные клеточные структуры как мишени при воздействии излучений, вопросы радиочувствительности клеток различных тканей и различных биологических объектов. Сопоставляются эффекты прямого повреждения ДНК клеток за счет ионизации и косвенного - за счет высокореактивных радикалов, возникающих в результате радиолиза воды.

Изучается воздействие космического излучения на космонавтов. Рассматриваются различные модели, определяющие закономерности формирования радиационного поражения на клеточном уровне и восстановление организма во времени, а также степень модификации радиационного ответа организма при комплексном действии радиации и других физических факторов.

Литература

1. Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой М. : Медицина, 1978
2. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа, 2004
3. Биологическое действие протонов высоких энергий. М.: Атомиздат, 1967
4. Григорьев Ю.Г., Попов В.И., Шафиркин А.В., Антипенко Ж.Б. Соматические эффекты хронического гамма - облучения. М.: Энергоатомиздат, 1986
5. Григорьев Ю.Г. Радиационная безопасность космических полетов. М.: Атомиздат, 1975
6. Шафиркин А.В., Григорьев Ю.Г., Коломенский А.В. Радиационный риск для космонавтов при осуществлении полета к Марсу //Авиакосмическая и экологическая медицина, 2004, Т.38, N2, С.3-14
7. Шафиркин А.В., Коломенский А.В., Петров В.М. Вопросы обеспечения радиационной безопасности при осуществлении экспедиции на Марс. Авиакосмическая и экологическая медицина, 2007, Т.41, № 4, С. 39-48

Руководители

Шафиркин Александр Венецианович, д.ф.-м.н., в.н.с.
Института медико-биологических проблем, тел. (499) 193-62-49

Введение в физику планетных атмосфер

Изучается состав и строение атмосфер планет Солнечной системы. Практический интерес представляют сведения о строении, составе, и динамике атмосфер планет и их спутников, обладающих атмосферами. Большое внимание уделяется сравнительному анализу атмосфер планет земной группы и, в частности, климату Марса. Анализируются современные данные, полученные в ходе последних космических экспедиций к Марсу, Венере и Сатурну..

Руководители

Кораблев Олег Игоревич, д.ф.-м.н.,
зам.директора Института космических исследований РАН, тел.961-76-27

Космическое материаловедение и нанотехнологии в космической технике

Задачами космического материаловедения являются экспериментальные и теоретические исследования процессов, протекающих в материалах и элементах оборудования космических аппаратов под действием космической радиации, потоков плазмы, солнечного электромагнитного излучения, метеорной материи и других факторов, изучение вызываемых такими воздействиями изменений свойств материалов, создание новых материалов, разработка методов и технических средств защиты космических аппаратов от неблагоприятного воздействия окружающей космической среды.

В ближайшие годы при создании космической техники будут широко использоваться разнообразные нанотехнологии, наноматериалы и изделия на их основе. В этой связи одним из важнейших разделов рассматриваемого научного направления является изучение перспектив применения наноматериалов в космической технике и специфики поведения наноматериалов в условиях космического пространства.

Космическое материаловедение и космические технологии, включая нанотехнологии, являются междисциплинарными направлениями, использующими основные положения и методы ядерной физики, физики твердого тела, физики плазмы, космической физики, микроэлектроники и других дисциплин.

Литература

1. Новиков Л.С. Высокоскоростные соударения в космосе. М.: Изд-во УНЦ ДО МГУ, 2003.
2. Новиков Л.С. Взаимодействие космических аппаратов с окружающей плазмой. М.: Университетская книга, 2006.
3. Новиков Л.С. Основы экологии околоземного космического пространства. М.: Университетская книга, 2006.
4. Чеченин Н.Г. Основы квантовой физики металлов (конспект лекций). М.: Изд-во УНЦ ДО, 2004.
5. Чеченин Н.Г. Просвечивающая электронная микроскопия. М.: Изд-во МГУ, 2005,
6. Чеченин Н.Г. Магнитные наноструктуры и их применение. М.: Университетская книга, 2006.

Руководители:

Новиков Лев Симонович, д.ф.-м.н., профессор,
НИИЯФ МГУ, тел.939-10-07
Чеченин Николай Гаврилович, д.ф.-м.н., профессор,
НИИЯФ МГУ, тел.939-23-48

КАФЕДРА АТОМНОЙ ФИЗИКИ, ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Заведующий кафедрой — профессор А.Т.Рахимов .

Основные научные направления:

Исследование объемных и поверхностных процессов в неравновесной низкотемпературной плазме

Низкотемпературная плазма чрезвычайно широко применяется в современных высоких технологиях. Для исследования процессов в плазме, критически важных с точки зрения современных применений, в группе были созданы современные экспериментальные установки и диагностические стенды. С их помощью исследовалась физика и кинетика низкотемпературной плазмы газовых разрядов, плазменные процессы в газовой фазе и на поверхностях твердых тел. В течение последнего десятилетия были изучены стационарные и нестационарные разряды постоянного тока, ВЧ и микроволновые разряды в различных газовых смесях. Была исследована роль приэлектродных слоев, объемные и приэлектродные неустойчивости. Были реализованы и исследованы новые типы тлеющего разряда (несамостоятельный разряд и барьерный разряд в тлеющем режиме). Проведены исследования в стационарных и импульсных разрядах с убегаящими электронами. Исследованы излучательные свойства плазмы инертных газов, смесей инертных газов и галогеносодержащих молекул и паров металлов. Полученные результаты были реализованы в таких практических приложениях, как газоразрядные лазеры, генераторы озона и синглетного кислорода, плазменные источники света в различных спектральных диапазонах, плазменные дисплейные панели.

Руководитель направления:

профессор Рахимов Александр Турсунович

Руководители групп:

в.н.с. к.ф.-м.н. Рахимова Татьяна Викторовна,

тел. 939-49-57, TRakhimova@mics.msu.su;

профессор Ковалев Александр Сергеевич,

тел. 939-32-43, kovalev@dnph.phys.msu.su.

Разработка физических и технологических основ получения твердотельных наноструктур плазменными методами

Отдельную задачу представляют собой исследование и разработка новых разрядных схем для плазменной микротехнологии. Здесь теоретически и экспериментально исследуются физико-химические процессы, протекающие в сильно неравновесной плазме в условиях синтеза таких материалов, как алмаз, C_3N_4 и т. п. Широкий спектр исследований был проведен в области объемной и поверхностной плазмохимии. Полученные результаты были реализованы в таких практических приложениях, как плазменные реакторы травления и плазменные реакторы получения новых наноструктурных материалов.

Руководитель направления:

профессор Рахимов Александр Турсунович

Руководитель группы:

в.н.с. д.ф.-м.н. Суетин Николай Владиславович,

тел. 939-59-36, NSuetin@mics.msu.su

Взаимодействие сверхсильных световых полей с атомно-молекулярными системами

Исследуется динамика атомарных и молекулярных систем под действием лазерных импульсов ультракороткой длительности и сверхвысокой интенсивности, в том числе и для случая, когда напряженность поля электромагнитной волны превышает значение напряженности электромагнитного поля в атоме, а длительность импульса оказывается сравнима с периодом атомных или молекулярных колебаний. Изучаются процессы ионизации атомов и фрагментации молекул в таких условиях, вращательная динамика молекул, генерация импульсов XUV излучения аттосекундной длительности, нелинейно-оптические процессы и взаимодействие неклассических («сжатых») электромагнитных полей с атомно-молекулярными системами.

Руководители направления:

профессор Попов Александр Михайлович,
тел. 939-49-54, APopov@mics.msu.su,
профессор Тихонова Ольга Владимировна,
ovt@mics.msu.su

Влияние антропогенных эмиссий на физико-химические процессы в атмосфере

Группа изучает микрофизические процессы взаимодействия с поверхностью углеродсодержащих частиц в условиях тропосферы. Выявляются механизмы формирования конденсационных следов самолетов и кораблей, исследуется роль сажевых аэрозолей в образовании облачных и ледовых ядер конденсации при инициировании перистых и слоистых облаков. Весь комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволяет оценить последствия влияния антропогенных (транспортных) эмиссий на физико-химические процессы в атмосфере.

Руководитель группы:

в.н.с., к.ф.-м.н. Поповичева Ольга Борисовна,
тел. 939-49-54, POlga@mics.msu.su

Исследование новых физических и технологических подходов к повышению эффективности солнечных батарей

Группа солнечной фотоэнергетики работает в области фотовольтаники, т.е. изучает возможности прямого преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных элементов. Здесь происходит разработка и исследование новых конструкций и технологий для повышения КПД кремниевых солнечных элементов. В результате уже получены кремниевые солнечные элементы с рекордными для России значениями КПД, которые в своем классе превосходят мировой уровень.

Руководитель группы:

с.н.с., к.ф.-м.н. Г.Г.Унтила,
GUntila@mics.msu.su

Исследование процессов в наноструктурах и устройствах на их основе

Основным направлением деятельности лабораторий является теоретическое и экспериментальное исследование процессов в металлических и молекулярных наноструктурах и устройствах на их основе. Теоретические работы сфокусиро-

ваны на исследовании электронного транспорта в наноструктурах, содержащих сверхпроводящие, нормальные и ферромагнитные материалы. Проводятся исследования мезоскопических неравновесных эффектов в наноструктурах со сверхпроводниками в тесном научном контакте с Университетом г.Твенте, Голландия, ИФФТ РАН, Черноголовка.

Руководитель группы:

профессор Куприянов Михаил Юрьевич,
тел. 939-25-88, mkupr@pn.sinp.msu.ru

Физические основы сверхпроводниковой электроники и электроники нанобъектов (Лаборатория криоэлектроники, ЛКЭ)

Лаборатория на самом высоком научном уровне ведет экспериментальные и теоретические исследования в области цифровой сверхпроводниковой логики (тактовая частота > 100 ГГц, энерговыделение < 0.1 мкВт/вентиль), высокочувствительной СКВИД-магнитометрии (чувствительность по полю до 10 фТ/ $\sqrt{\text{Гц}}$), молекулярной и металлической одноэлектроники. Здесь впервые в мире была предложена и обоснована концепция быстрой одноквантовой логики (RSFQ-логики), ставшая ныне базовой для всех современных сверхпроводниковых цифровых устройств. Также впервые в мире выполнены работы, давшие начало современным одноэлектронным устройствам, манипулирующим с одиночными электронами. Получен одноэлектронный транзистор на основе молекулы-кластера и продемонстрирован стековый одноэлектронный транзистор с рекордной на сегодняшний день чувствительностью 10^{-6} е/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Ведутся работы в области магнитной нанобиометрии и создания базовых ячеек квантовой логики.

Руководитель направления:

профессор Снигирев Олег Васильевич,
тел. 939-30-00, oleg.snigirev@phys.msu.ru; http://cryolab.phys.msu.ru/index_r.html

Руководители групп: доцент:

д.ф.-м.н. Корнев Виктор Константинович,
комната 2-68а, тел. 939-43-51;
с.н.с., к.ф.-м.н. Крупенин Владимир Александрович,
тел. 39-87; с.н.с., к.ф.-м.н.
Солдатов Евгений Сергеевич,
тел. 39-78

КАФЕДРА ОПТИКИ И СПЕКТРОСКОПИИ

Заведующий кафедрой — профессор В.В.Михайлин

Основные научные направления:

Вакуумная ультрафиолетовая спектроскопия твердого тела с использованием синхротронного излучения

С использованием синхротронного излучения в ультрафиолетовой, вакуумной ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра проводится исследование механизмов возбуждения вторичных процессов (люминесценции, фотоэмиссии,

фотодесорбции, запасаения светосуммы, дефектообразования и др.). Изучаются новые виды релаксации энергии в твердых телах, в частности, кросслюминесценция. Исследуется формирование неравновесных возбужденных областей в кристаллах при поглощении фотонов большой энергии. В прикладном плане изучаются материалы для запоминающих экранов, сцинтилляторы и быстрые люминофоры. Приборостроение для каналов синхротронного излучения.

Литература:

И.М.Тернов, В.В.Михайлин, В.Р.Халилов. Синхротронное излучение и его применения. Изд-во Московского университета, Москва, 1987.

В.В.Михайлин. Синхротронное излучение в спектроскопии. Изд-во Московского университета, Москва, 2008.

Руководитель:

профессор Михайлин Виталий Васильевич.

Комната 1-80а, тел. 939-29-91.

Релаксация высокоэнергетических электронных возбуждений в диэлектриках

Теоретические исследования процессов релаксации электронных возбуждений, создаваемых высокоэнергетичными фотонами в диэлектрических кристаллах: неупругие процессы с созданием новых электронных возбуждений, релаксация горячих электронов и дырок, рекомбинация скоррелированных электронов и дырок, взаимодействие возбуждений в областях с высокой локальной плотностью, приповерхностные эффекты.

Литература:

А.Н.Васильев, В.В.Михайлин. Введение в спектроскопию твердого тела. Изд-во Московского университета, Москва, 1987.

Руководитель:

вед. науч. сотр. Васильев Андрей Николаевич.

Комната 1-83, тел. 939-31-69.

Сингулярная и фрактальная оптика

Исследование процессов формирования оптических aberrаций и сингулярностей в оптических системах. Фракталы и «золотые пропорции» в оптике. Прохождение когерентного излучения через нано-структурированные элементы. Разработка новационных методов компьютерной диагностики световых пучков со сложной пространственно-временной структурой. Методика и методология изучения оптических явлений.

Литература:

П.В.Короленко. Оптика когерентного излучения. Изд-во Московского университета, Москва, 1989.

П.В.Короленко, М.С.Маганова, А.В.Меснянкин. Новационные методы анализа стохастических процессов и структур в оптике /Фрактальные и мультифрактальные методы, вейвлет-преобразования/. Изд-во УНЦ ДО, Москва, 2004.

Руководитель:

профессор Короленко Павел Васильевич.

Комната 2-07, тел. 939-57-40.

Физические процессы в мощных газовых лазерах

Динамика световых полей в движущихся нелинейных средах. Исследование нового класса нелинейных оптических явлений: нестационарных процессов взаимодействия излучения с движущейся активной средой, включая развитие неустойчивостей, автомодуляционные режимы генерации излучения, переход к хаосу.

Руководители:

*доцент Одинцов Анатолий Иванович,
профессор Федосеев Анатолий Иванович
Комнаты Ц -76, Ц -77, тел. 939-59-81.*

Обращение волнового фронта лазерного излучения

Исследование обращения волнового фронта (ОВФ) лазерного излучения методами нелинейной оптики. Когерентное ОВФ излучения широкополосных лазеров. Исследование пространственных флуктуаций интенсивности и степени пространственной когерентности лазерного излучения.

Руководители:

*ст. науч. сотр. Одинцов Владимир Иванович,
доцент Вохник Ольга Михайловна.
Комната Ц-71, тел. 939-36-59.*

Взаимодействие излучения с неравновесными средами

Исследование радиационно-диффузионных процессов при взаимодействии излучения с приповерхностными слоями молекулярных газов. Оптические характеристики неравновесных газов в условиях интенсивного энергообмена с поверхностью. Изучение взаимодействия мощного излучения с веществом при наличии термооптических искажений. Характеристики излучения лазеров на оптически плотных средах и возможности их улучшения.

Литература:

Н.В.Карлов, И.А.Лукьянчук. Лазерная термохимия. М., “Наука”, 1992.

Руководител:

*доцент Спажакин Владимир Анатольевич,
доцент Васильев Александр Борисович.*

Физические проблемы волоконно-оптической связи

Источники излучения для оптических систем связи. Волоконные лазеры и усилители. Высокоскоростная оптическая связь: методы компенсации хроматической и поляризационной модовой дисперсии; повышение дальности передачи информации. Полностью оптические сети связи: оптически управляемые переключатели; пассивные оптические сети; оптические регенераторы и солитонные линии связи. Физические принципы дистанционной диагностики оптического волокна: оптическая рефлектометрия; измерение поляризационной модовой и хроматической дисперсии; распределенные волоконно-оптические датчики.

Литература:

Л.С.Корниенко, О.Е.Наний. Физика лазеров. Изд-во Московского университета, Москва, 1996.

Руководитель:

профессор Наний Олег Евгеньевич,
КНО, комната 2-02, тел. 939-31-94.

Физика твердотельных и полупроводниковых источников излучения

Разработка и исследование новых типов полупроводниковых и твердотельных светодиодов и лазеров. Исследование оптических свойств полупроводниковых гетероструктур и приборов на их основе. Управление временными и спектральными характеристиками полупроводниковых и твердотельных лазеров.

Литература:

Л.С.Корниенко, О.Е.Наний. Физика лазеров. Изд-во Московского университета, Москва, 1996.

Руководители:

профессор Наний Олег Евгеньевич,
ассистент Туркин Андрей Николаевич
КНО, комната 2-02, тел. 939-31-94.

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Заведующий кафедрой — профессор Б.С. Ишханов

Основные научные направления:

Фундаментальная ядерная физика

Исследование фундаментальных свойств атомного ядра остается в числе приоритетных направлений физики XXI века. На кафедре и в НИИЯФ МГУ в Отделе Электромагнитных Процессов и Взаимодействий Атомных Ядер (ОЭПВАЯ) ведутся экспериментальные и теоретические исследования атомных ядер. В качестве пробных частиц используются фотоны и электроны. Их использование даёт ряд существенных преимуществ по сравнению с другими частицами и позволяет более точно определять характеристики ядер и природу их возбужденных состояний. Изучаются высоковозбужденные коллективные состояния ядер. В этих состояниях (гигантских резонансах) большие группы нуклонов в ядре совершают сверхбыстрые (1021–1022 Гц) синхронные колебания различного типа. В настоящее время на ускорителе электронов НИИЯФ МГУ с энергией 70 МэВ действует не имеющая мировых аналогов установка по исследованию ядерных реакций, в которых высокоэнергичный фотон выбивает из ядра большое число частиц (до 10 нейтронов).

Руководители:

профессор Ишханов Борис Саркисович,
тел. 939-5095,
профессор Капитонов Игорь Михайлович,
тел. 939-2558,
доцент д.ф.-м. н. Гончарова Наталия Георгиевна,
тел. 939-5636.

Физика высоких энергий и элементарных частиц

Кафедра участвует в совместных научных исследованиях с JLAB (ведущая национальная ускорительная лаборатория США им. Томаса Джефферсона – Jefferson Lab) в рамках Международной коллаборации CLAS. Эти исследования направлены на решение одной из ключевых задач современной физики: изучение эволюции сильного взаимодействия в области расстояний от 10^{-15} см, где работает фундаментальная теория сильного взаимодействия – Квантовая Хромодинамика (КХД), до расстояний сравнимых с размерами протонов, нейтронов и других адронов (10^{-13} см), где сильные взаимодействия оказываются совсем иными, более сложными и многообразными. Выполняемые в JLAB эксперименты позволят получить ответ на вопрос, способны ли существующие представления о фундаментальном сильном взаимодействии токовых (т.е. свободных) кварков и глюонов (квантов сильного поля) описать всё многообразие сильных взаимодействий адронов. В ближайшие годы планируется значительное расширение совместных исследований. Перед кафедрой Общей ядерной физики и её базовым научным отделом ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ поставлены важные задачи, решить которые поможет новое поколение физиков, пришедшее на кафедру.

Кафедра также участвует в экспериментах, начавшихся в 2008 г. на большом адронном детекторе ATLAS, в центре которого происходят столкновения вострессных пучков протонов с энергией по 7 ТэВ крупнейшего в мире коллайдера LHC (Европейский центр ядерных исследований – ЦЕРН, Женева). Одной из главных целей этого проекта является поиск бозонов Хиггса – гипотетических частиц Стандартной Модели, ответственных за появление массы у элементарных частиц. У наших студентов появилась реальная возможность стать не только свидетелями, но и участниками важнейших открытий в физике элементарных частиц.

Руководители:

профессор Ишханов Борис Саркисович,
тел. 939-5095,

профессор Смирнова Лидия Николаевна,
тел. 932-8972,

доцент Ланской Дмитрий Евгеньевич
тел. 939-1959.

Физика ускорителей и пучков частиц

Исследования в области физики и техники ускорителей электронов занимают важное место в деятельности университетов, национальных лабораторий и промышленных корпораций ведущих стран мира. Электроны – исключительно эффективное средство зондирования материи. В ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ группа выпускников кафедры разрабатывает новейшие методы ускорения электронов, и создаёт уникальные ускорительные системы нового поколения для фундаментальных исследований и прикладных задач. Эта группа занимает лидирующее положение в мире в этой области и интенсивно сотрудничает со многими зарубежными научными центрами и фирмами. Основным направлением деятельности является создание электронных ускорителей с большой яркостью пучка, которые позволят обеспечить ускорение в плазме и по-

лучить небывалый темп набора энергии > 10 ГэВ/метр, осуществить генерацию излучения в миллиметровом диапазоне длин волн за счет когерентных эффектов, создать интенсивные перестраиваемые источники излучений в рентгеновском диапазоне длин волн, таких как лазер на свободных электронах и др. Одним из наиболее важных достижений группы является создание разрезного микротрона РТМ-70 – уникального компактного ускорителя электронов на энергию 70 МэВ. Ускоритель создан выпускниками и студентами кафедры с использованием революционных идей и технологических решений. Так, его поворотные магниты, создающие постоянное поле в 1 Тесла, выполнены на основе редкоземельного магнитного материала Sm-Co. Ускорительная группа ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ сыграла также важную роль в модернизации крупнейшего в Европе разрезного микротрона МАМИ-С (Майнц, Германия) на энергию электронов 1,5 ГэВ.

Руководители:

профессор Шведунов Василий Иванович,

тел. 939-2451,

профессор Гришин Владислав Константинович,

тел. 939-2558,

старший научный сотрудник к.ф.-м.н. Ермаков Андрей Николаевич,

тел. 939-2451.

Физика нейтрино

Экспериментальная нейтринная физика является одним из важнейших разделов физики частиц. Обнаружение осцилляций нейтрино и других необычных эффектов, связанных с нейтрино, вызвало небывалый всплеск интереса к нейтринной физике. В различных точках Земного шара строятся нейтринные детекторы различного типа. Они имеют большие чувствительные объёмы и размещаются глубоко под водой или землёй, чтобы предельно снизить естественный фон. Эти глубоководные и подземные нейтринные детекторы могут регистрировать как космические, так и ускорительные (т.е. рождённые на ускорителях) нейтрино.

Кафедра совместно с INFN – Национальным институтом ядерной физики (Италия) участвует в создании нейтринных детекторов нового поколения – глубоководных нейтринных телескопов ANTARES и NEMO (глубина до 3 км, объём до 1 км^3) в Средиземном море и подземного детектора BOREXINO под горой Гран Сассо (Центральная Италия). Эти детекторы предназначены для регистрации нейтринных сигналов, идущих как от Солнца, так и от таких объектов как активные ядра галактик, чёрные дыры, микроквазары и источники мощных гамма-вспышек. Исследования на этих детекторах могут открыть новую эру в астрофизике и явиться фундаментальным вкладом в теорию строения Вселенной и свойств самих нейтрино.

Руководители:

профессор Ишханов Борис Саркисович,

тел. 939-5095

доцент Широков Евгений Вадимович, тел. 939-2558,

старший научный сотрудник к.ф.-м.н. Чепурнов Александр Сергеевич, 939-5631.

Квантовые структуры и нанотехнологии

Исследования сложных квантовых структур находятся на стыке нескольких научных направлений. Понимание законов соответствия структуры соединения его свойствам остается главной проблемой современной физики сложных квантовых объектов. В последние два десятилетия с использованием потенциала современной квантовой физики были сделаны мощные прорывы в технологиях, касающихся синтеза молекулярных соединений, важных для фармакологии, сельского хозяйства и промышленности. Достигнуты впечатляющие успехи в геномной инженерии, освоении генома человека, разработке способов ликвидации агрессивных сред, синтеза новых материалов для вычислительной техники, создании квантовых компьютеров и новых поколений приборов. Научные исследования, проводимые на кафедре, показали, что полноценный прогресс в нанотехнологиях невозможен без использования ядерно-физических методов (как экспериментальных, так и теоретических), ядерно-физических установок, всего накопленного в ядерной физике опыта для преодоления возникающих проблем. Их внедрение в наноисследования позволяют надеяться на новый виток прогресса в создании принципиально новых материалов и приборов с заданными характеристиками.

Руководитель:

*профессор Страхова Светлана Ивановна,
тел. 939-1959.*

Базы данных по ядерной физике

Развитие информационных технологий особенно важно для разделов науки, где наблюдается стремительный рост объемов информации и требований к ее точности. Это напрямую связывает эффективность научных исследований с прогрессом в области информационных технологий и требует организации компьютерных библиотек и баз данных, развития методов их использования при анализе выполненных экспериментов, планировании и моделировании новых опытов. В ядерной физике это проявляется особенно ярко. Данные по атомным ядрам и ядерным реакциям требуются для решения многих фундаментальных и прикладных проблем, в том числе в других областях знаний (химия, биология, геология, биофизика, медицина, экология и др.). В связи с важностью проблемы под эгидой Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ) девятью самыми развитыми странами создана мировая сеть Центров ядерных данных. Россию в этом сотрудничестве представляет Центр Данных Фотоядерных Экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ МГУ, основанный выпускниками кафедры. ЦДФЭ накапливает и анализирует данные по ядерным реакциям под действием фотонов. В ЦДФЭ созданы и функционируют в сети Интернет огромные базы данных, содержащие всю мировую информацию о характеристиках ядер и ядерных реакциях. Эти базы данных и мощные поисковые системы обеспечивают информацией фундаментальные и прикладные исследования на качественно новом уровне. Они позволяют получать новые научные результаты и решать проблемы, которые в отсутствие таких баз не могли быть решены.

Руководители:

*профессор Варламов Владимир Васильевич,
тел. 939-3483,
доцент Степанов Михаил Евгеньевич,
тел. 939-3483.*

Радиоэкология

Исследования в области радиоэкологии, ведущиеся на кафедре, охватывают почти весь спектр этого направления. Анализируются последствия ядерных аварий, рассматриваются различные аспекты проблемы радиационного терроризма, действие отдельных радионуклидов. Изучается радиоактивное загрязнение среды обитания человека и связанные с ним медицинские проблемы, их влияние на жизнь общества. Большое внимание уделяется такой первостепенной проблеме как радиационная опасность малых доз, радиационно-гигиенические аспекты ядерного оружия нового поколения, таких как гафниевая бомба, и др.

Руководитель:

*профессор Василенко Олег Иванович,
тел. 939-1697, 939-5631.*

Автоматизация экспериментов и компьютерное моделирование

Студент, обучающийся на кафедре, имеет большие возможности по приобретению навыков профессиональной работы на современных компьютерах с использованием наиболее продвинутых операционных систем. Лаборатории кафедры хорошо оснащены этой техникой, и студенты получают к ней прямой доступ и могут работать на ней практически без ограничений. Все компьютеры объединены в локальную сеть и имеют on-line подключение к Internet. Высокая оснащенность компьютерной техникой и линии скоростной связи с ведущими научными центрами Европы и Америки позволяют эффективно использовать их информационные банки и вычислительные возможности для расчетов и обработки экспериментов. В ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ работает группа выпускников кафедры, ведущая разработку систем управления современными ускорительными комплексами и сложными экспериментальными установками. Основные направления деятельности: – разработка систем управления ускорителями заряженных частиц и большими детекторами, включая программные и аппаратные компоненты, программирование под ОС Linux, – системы диагностики пучка, в том числе методом оптического и когерентного переходного излучения, – разработка аппаратных и программных средства для научной и промышленной автоматизации с использованием микроконтроллеров, сигнальных процессоров и программируемой логики. На кафедре широко используется компьютерное моделирование физических процессов с применением самых современных кодов, доступных мировому научному сообществу.

Руководители:

*доцент Кэбин Эдуард Иоханнесович,
тел. 939-5636*

*старший научный сотрудник к.ф.-м.н. Чепурнов Александр Сергеевич,
тел. 939-5631,*

*доцент Широков Евгений Вадимович,
тел. 939-2558.*

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН В.Г. Кадышевский.

Кафедра физики элементарных частиц (ФЭЧ) действует на физическом факультете МГУ с 1961 г., с момента образования в Дубне филиала НИИЯФ МГУ. Филиал был создан на базе Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) и основной его задачей было объединение учебы в МГУ и возможности параллельного ведения научной работы в первоклассном международном центре.

В соответствии с первоначальной идеей о создании филиала НИИЯФ МГУ в Дубне, задачей кафедры ФЭЧ является подготовка высококвалифицированных специалистов по тематике ОИЯИ в области теоретической и экспериментальной физики высоких энергий, релятивистской ядерной физики и прикладных исследований, которые в настоящее время приобретают все большую значимость.

Основные научные направления:

Проверка предсказаний Стандартной Модели (СМ) в действующих и готовящихся прецизионных экспериментах, поиск бозона Хиггса, уточнение параметров СМ. Развитие техники теоретических расчетов и методов обработки данных, разработка и создание современных детекторов для экспериментов нового поколения.

Поиски новых частиц и взаимодействий, подготовка новых экспериментов и проведение расчетов для проверки предсказаний теорий, расширяющих СМ (в первую очередь, суперсимметрии, теории струн, теории дополнительных размерностей и других).

Изучение явления и детальное измерение параметров CP-нарушения. Прецизионные эксперименты с каонами. Спектроскопия и изучение динамики рождения и свойств c- и b-адронов, измерение параметров матрицы смешивания.

Теоретические и экспериментальные исследования спиновых явлений и корреляций. Изучение спиновой структуры и вкладов в спин нуклона кварков и глюонов. Измерение структурных параметров адронов: радиусов, дипольных моментов, поляризуемостей и других.

Исследование свойств ядерной материи и проблемы конфайнмента, эксперименты на пучках тяжелых ионов. Поиск новых состояний ядерной материи и изучение экзотических глюонных и кварковых систем (глюоболов, пентакварков и других).

Исследование нейтринных осцилляций с использованием нейтрино от ускорителей, реакторов и атмосферных нейтрино. Измерение массы нейтрино прямыми методами, исследование безнейтринного двойного бета-распада и других процессов, нацеленных на выяснение природы нейтринных масс.

Нейтринная астрофизика, космология, поиски темной материи, исследование космических лучей высоких и сверхвысоких энергий в экспериментах на земле и в космосе.

Разработка новых детекторов и методов обработки данных, создание и использование сложных компьютерных систем и программ моделирования. Применение ядерно-физической аппаратуры и методов в биологии, медицине, материаловедении

Этот спектр охватывает практически всю современную физику элементарных частиц.

В соответствии с учебным планом кафедрой, на сегодняшний день, читаются следующие дисциплины специализации и спецкурсы:

Отдельные главы квантовой теории поля – академик В.Г.Кадышевский

Современные методы регистрации частиц – проф. Ю.К.Акимов

Стандартная теория и прецизионные расчеты – проф. Д.Ю.Бардин

Электрослабые взаимодействия – проф. С.А.Бунятов

Техника вычислений диаграмм – к.ф-м.н. Д.В.Наумов

Электронные методы и автоматизация эксперимента – проф. В.А.Никитин

Современная физика высоких энергий – проф. А.Г.Ольшевский

Физика элементарных частиц – проф. М.Г.Сапожников

Квантовая теория поля – проф. Н.Б.Скачков

Основы квантовой хромодинамики – проф. О.В.Теряев

Ядерная радиоэлектроника – профессор В.М.Цупко-Ситников

Физика атомного ядра – доцент О.В.Фотина

За последние годы профессорами, преподавателями и студентами кафедры были выполнены исследования в разных областях теоретической и экспериментальной физики элементарных частиц. Это работы по квантовой теории поля, развитие техники вычислений диаграмм высоких порядков, анализ данных и предложения по проверке теории в экспериментах на современных и будущих ускорителях высоких энергий, создаваемых на базе ОИЯИ, в России и ведущих зарубежных научных центрах мира: CERN, DESY, GSI, BNL, FNAL, KEK и других.

За время существования кафедры ее окончили около 500 человек, многие из которых продолжили работу в ОИЯИ. Сегодня выпускников кафедры ФЭЧ можно найти на ведущих позициях в российских и мировых научных центрах. Это директора, руководители экспериментов и направлений, известные ученые и педагоги.

КАФЕДРА НЕЙТРОНОГРАФИИ

Заведующий кафедрой — профессор В.Л. Аксенов.

Основные научные направления:

Исследования структуры и свойств новых кристаллических материалов методом дифракции нейтронов

Основным фактором, определяющим свойства кристаллических материалов (электронные, термодинамические и др.) является его структура, т.е. пространственное упорядочение составляющих кристалл элементов – атомов, ионов или молекул, а также связанных с ними магнитных моментов. Одним из наиболее важных методов расшифровки структуры кристаллических материалов является метод дифракции нейтронов. Метод дифракции незаменим при создании новых кристаллических материалов с заданными свойствами.

К основным задачам этого направления относятся также математические методы решения обратной задачи теории рассеяния.

Литература:

[1] В.Л. Аксенов, А.М. Балагуров *Времяпролетная нейтронная дифрактометрия*. УФН, 166, №9, с. 995 – 985, 1996.

Руководитель направления

Профессор В.Л. Аксенов

НИИЯФ МГУ (южное крыло физического факультета)

к. 403а, тел (495)939-24-92

Исследование изменений атомной и магнитной структуры кристаллов при воздействии высокого внешнего давления

Важным направлением изучения кристаллических материалов является изучение природы внутрикристаллических связей. Изменение внешних условий (температуры, давления) заставляет кристаллическую и магнитную структу-

ру перестраиваться. Изучение закономерностей таких перестроек выявляет природу сил, действующих внутри кристаллов.

Важное место в данном направлении занимает теория фазовых переходов.

Литература:

[1] В.Л. Аксенов, А.М. Балагуров Времяпролетная нейтронная дифрактометрия. УФН, 166, №9, с. 995 – 985, 1996.

Руководитель направления

Профессор В.Л. Аксенов

Исследование структуры и свойств поверхностей многослойных структур, магнетиков и сверхпроводников методами поляризационной рефлектометрии и нейтронных стоячих волн

Многие физические свойства материалов известны и изучены для областей удаленных от границ. Однако наличие границы может внести существенные изменения в картину физического явления. С помощью метода нейтронной рефлектометрии – измерения коэффициентов отражения нейтронов от гладкой поверхности – можно изучать влияние границы на сверхпроводящие, магнитные свойства, а также изучать законы формирования поверхностей раздела сред. Очень важно методическое значение этого направления, поскольку оно незаменимо при контроле качества нейтронных труб – тонкопленочных структур, используемых на всех исследовательских реакторах.

Литература:

[1] В.И. Боднарчук, Л.С. Давтян, Д.А. Корнеев Эффекты геометрической фазы в нейтронной оптике. УФН 166 №2, 1996.

[2] В.Л. Аксенов, Ю.В. Никитенко, С.В. Кожевников, Ф. Раду, Р. Круис, Т. Реквелдт Генерация нейтронной стоячей волны при полном отражении поляризованных нейтронов. Поверхность, №8, с. 10-15, 2000.

Руководитель направления

Профессор В.Л. Аксенов

Исследование структуры и динамики биологических макромолекул, модельных мембран и полимеров с помощью рассеяния нейтронов и рентгеновских лучей

Мембраны играют важнейшую роль в жизнедеятельности клетки, участвуя во многих процессах метаболизма. Структура и динамика клеточной мембраны определяют выполняемые ею функции, поэтому данное направление занимает особое место в области наук о жизни.

Литература:

[1] M. Avdeev, V. Garamus, L. Rosta, I. Smirnova, N. Smirnova, SANS study of micelle formation in aqueous mixed solutions of sodium and magnesium dodecylsulfates, Physica B 276-278, 339-340, 2000.

[2] I. Serdyuk, A. Utilin, I. Kolesnikov, V. Vasiliev, V. Aksenov, G. Zaccai, D. Svergun, M. Kozin, R. Willumiet, Structure of a Beheaded 30S Ribosomal Subunit from *Thermus thermophilus*, J. Molec. Biol., v.292, pp.663-639, 1999.

[3] V.I. Gordeliy, M. Kiselev, T. Hauss, A. Kuklin, A. Tougan – Baranovskaya, J. Teixeira, I.S. Yaguzhinskiy, G. Bueldt, Light – induced long – living changes of bacteriorhodopsin structure in presence of guanidine hydrochloride. Biophys. J., 1998

Руководитель направления:

к.ф.-м.н. М.В. Авдеев

Физика ядерно – ядерных взаимодействий при низких и средних энергиях

Развитие и применение потенциального подхода в теории столкновений ядер с ядрами при низких и средних энергиях.

Исследование явления ядерной радуги и его использование для изучения свойств экзотических легких ядер, эффективных нуклон – нуклонных сил в ядерной среде и уравнения состояния холодной ядерной материи.

Исследование явления кластерной радиоактивности.

Литература:

[1] M.E. Brandan, G.R. Satchler, “The interactions between light heavy ions and what it tells us”, *phys. Reports*, 285, 143 (1997).

Руководитель направления:

доцент С.А. Гончаров

ОТДЕЛЕНИЕ АСТРОНОМИИ

КАФЕДРА АСТРОФИЗИКИ И ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН А.М. Черепашук.

Основные научные направления

Тесные двойные системы

Проводятся исследования тесных двойных звездных систем (ТДС) на поздних стадиях эволюции, содержащих экстремальные объекты - звезды Вольфа-Райе, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Разрабатываются методы интерпретации наблюдений ТДС в рамках сложных нетрадиционных моделей. Выполняются обширные наблюдения многих ТДС. Проводится систематизация сведений о всех известных ТДС на поздних стадиях эволюции.

Литература:

А.В. Гончарский, А.М. Черепашук, А.Л. Ягола. Некорректные задачи астрофизики. М., Наука. 1985.

А.В. Гончарский, С.Ю. Романов, А.М. Черепашук. Конечно-параметрические обратные задачи астрофизики. М., МГУ. 1991.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н., профессор Анатолий Михайлович Черепашук.

ГАИШ, к. 41, тел. 9391640.

Галактическая астрономия

Исследование строения, кинематики и динамики различных подсистем Галактики. Изучение шаровых и рассеянных звездных скоплений, ассоциаций, переменных

звезд. Проводятся измерения лучевых скоростей и собственных движений звезд, фотометрические измерения. Выполняются модельные расчеты динамики и эволюции звездных систем.

Литература:

П.Г. Куликовский. Звездная астрономия. М., Наука. 1985.

Л.С. Марочник, А.А. Сучков. Галактика. М., Наука. 1984.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н. профессор Алексей Сергеевич Расторгуев.

ГАИШ, к. 52, тел. 9391616.

Межзвездная среда, динамика и звездообразование в галактиках

Кинематика газа в дисках галактик: проведение и обработка наблюдений, анализ кривых вращения галактик, моделирование распределения массы в галактиках, локальные и систематические отличия скоростей движения газа от круговых. Очаги звездообразования, связь темпов звездообразования с кинематикой газа и с излучением в различных спектральных областях.

Литература:

А.В. Засов. Физика галактик. М., МГУ. 1984.

Л.С. Марочник, А.А. Сучков. Галактика. М., Наука. 1984.

А.В. Засов, К.А. Постнов. Общая астрофизика. Фрязино, Век-2, 2006.

Руководитель направления:

д.ф.-м.н., профессор Анатолий Владимирович Засов.

ГАИШ, к. 44, тел. 9391660.

Релятивистская астрофизика

Популяционный синтез релятивистских звезд. Теория и наблюдательные проявления аккреционных дисков вокруг релятивистских звезд. Аналитическое и численное моделирование радиационных гидродинамических процессов в приложении к взрывам сверхновых и гамма-всплескам. Космология и теории гравитации. Физика черных дыр.

Литература:

В.М. Липунов. Астрофизика нейтронных звезд. М., Наука. 1987.

Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. Теория тяготения и эволюция звезд. М., Наука. 1973.

И.Д. Новиков, Я.В. Фролов. Физика черных дыр. М., Наука. 1987.

С. Вайнберг. Гравитация и космология. М. Мир. 1979.

Руководители направления:

д.ф.-м.н., профессор Владимир Михайлович Липунов.

д.ф.-м.н., профессор Константин Александрович Постнов.

д.ф.-м.н., Николай Иванович Шакура.

д.ф.-м.н., профессор Михаил Васильевич Сажин.

ГАИШ, к. 31, тел. 9395006.

Физические процессы внутри Солнца и звезд. Гелио и астросейсмология. Солнечная активность

Исследование внутреннего строения Солнца и звезд солнечного типа, моделирование физических процессов в звездной плазме, расчет моделей

внутреннего строения. Обработка и интерпретация результатов наблюдений акустических волн на Солнце.

Обратные задачи гелиосейсмической инверсии скорости звука и внутреннего вращения.

Исследование солнечной активности и ее геофизических проявлений. Спектроскопия протуберанцев, вспышек и корональных образований. Изучение временных рядов индексов солнечной активности. Гелио-тропосферные связи.

Литература:

ГК. Бисноватый-Коган. Физические вопросы теории звездной эволюции. М., Наука, 1989.

А.Г. Масевич, А.В. Тутуков. Эволюция звезд: теория и наблюдения. М., Наука, 1988.

Дж.П. Кокс. Теория звездных пульсаций. М., Мир, 1983.

СВ. Воронцов, В.Н. Жарков. Гелиосейсмология. Итоги науки и техники. Астрономия. М., 1989.

Э.В. Кононович, В.А. Батурин, СВ. Аюков. Гелиосейсмология. Итоги науки и техники. Астрономия. Т. 45. М., 1994.

С.И. Акасофу, С. Чепмен. Солнечно-земная физика. Ч. 1 и 2. М., 1974. Солнечная активность и её влияние на Землю. Владивосток, ДальНаука, вып. 1-5, 1996-2001.

Руководители направления:

доцент к.ф.-м.н. Кононович Эдвард Владимирович,

ГАИШ к. 37, т. 9391626

Кроме того, студенты имеют возможность заниматься научной работой в области астрофизики и звёздной астрономии в следующих отделах государственного астрономического института им. П.К. Штернберга (МГУ), являющегося научной базой астрономического отделения:

- **звёздной астрофизики;**
- **радиоастрономии;**
- **физики Луны и планет;**
- **гравитационных измерений;**
- **изучения Галактики и переменных звёзд;**
- **физики эмиссионных звёзд и туманностей;**
- **лаборатории новых методов фотометрии;**
- **лаборатории Майданакской обсерватории;**

а также и других НИИ РАН, ведущих астрономические исследования (Институте космических исследований, Астрокосмическом центре ФИАН).

КАФЕДРА НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ, АСТРОМЕТРИИ И ГРАВИМЕТРИИ

Заведующий кафедрой — профессор В.Е. Жаров.

Основные научные направления:

Динамика естественных спутников планет

Аналитические теории движения спутников. Движение спутника несферической планеты. Влияние притяжения других спутников и планет. Уточнение пара-

метров движения спутников на основе новых наземных и космических наблюдений. Эфемериды спутников. Эволюция орбит спутников планет. Разработка новых методов наземных наблюдений естественных спутников планет на основе небесномеханического моделирования их взаимных покрытий и затмений.

Литература:

Аксенов Е.П. "Теория движения искусственных спутников Земли". М., "Наука", 1977.

Емельянов Н.В. "Методы составления алгоритмов и программ в задачах небесной механики". М., "Наука", 1983.

Эльясберг П.Е. Определение движения по результатам измерений, Наука, М.,

Руководители направления:

д.ф.-м.н. профессор Емельянов Николай Владимирович,
ГАИШ к. 77, т. 9391650

Качественная небесная механика

Обобщение поверхностей Хилла в ограниченной круговой задаче трех тел на более сложные модельные задачи: ограниченная фотогравитационная задача трех тел, ограниченная эллиптическая задача трех тел (поверхности минимальной энергии), общая задача трех тел (поверхности нулевой кинетической энергии и поверхности Зундмана). Области возможности движений. Исследование существования строгих стационарных решений. Устойчивость движений.

Литература:

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. М., Наука. 1978.

2. Маршал К. Задача трех тел. Москва-Ижевск, Институт космических исследований, 2004.

3. Lukyanov L.G., Shirmin G.I. On exact solution of the restricted photogravitational three-body problem. В книге: Non-Stationary Dynamical Problems in Astronomy. Nova Science Publishers, Inc., New York. 2002

Руководители направления:

к.ф.-м.н. доцент Лукьянов Лев Григорьевич,
ГАИШ к. 76, т. 9393764

к.ф.-м.н. доцент Ширмин Геннадий Иванович,
ГАИШ к. 76, т. 9393764.

Небесная механика звезд и галактик

Движения звезд внутри галактик. Эволюция эллиптических орбит звезд в тесных двойных системах с обменом массой и учетом реактивных сил. Изучение движений галактик в поле космического вакуума. Разработка новых модельных задач. Оценка "скрытой" массы. Численные расчеты орбит.

Литература.

1. Рой А. Движения по орбитам. М., Мир, 1981.

2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. Фрязино, МГУ, 2006.

Руководители направления:

доцент кф.-м.н. Лукьянов Лев Григорьевич,
ГАИШ к. 76, т. 9393764

доцент кф.-м.н. Ширмин Геннадий Иванович,
ГАИШ к. 76, т. 9393764.

Астрометрия и изучение вращения Земли

Астрометрия - наука об определении векторов положений и скоростей небесных тел. Эти сведения - главные в определении следующих характеристик любого небесного тела: движение, масса, светимость, возраст, принадлежность к определённым популяциям и т.д.

Различают фундаментальную астрометрию и практическую. Задачей фундаментальной астрометрии является установление стандартной небесной системы координат. Задача практической астрометрии - определить векторы положения и скорости любых небесных тел в стандартной системе. Для этого разрабатываются специальные методы наблюдений и вычислений. Наблюдения проводятся с использованием космических аппаратов, небольших телескопов с ПЗС-фотоприёмниками, больших телескопов, радиоинтерферометров со сверхдлинной базой и др.

На кафедре ведётся работа по следующим темам: космическая астрометрия в оптическом и радиодиапазоне (участие в разработке проектов), наблюдения тел Солнечной системы и совершенствование методов таких наблюдений, совершенствование каталогов слабых звёзд (на основе наблюдений на телескопе Шмидта), теоретическое изучение наблюдательных проявлений явления микролинзирования.

Также на кафедре проводятся исследования нутаций и неравномерности вращения Земли методом радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ), моделирование влияния атмосферы и неоднородного внутреннего строения Земли на эти явления и т.д.

Литература:

- Подобед В.В., Нестеров В.В. Общая астрометрия, М. Наука
Бакулин П.И., Блинов Н.С. Служба точного времени. М. Наука
Ковалевский Ж. Современная астрометрия. Фрязино, Век-2, 2004.
Жаров В.Е. Сферическая астрономия. Фрязино, Век-2, 2006.

Руководители направления:

д.ф.-м.н., доцент Куимов Константин Владиславович,
ГАИШ к. 24, т. 9391970

д.ф.-м.н., профессор Жаров Владимир Евгеньевич,
ГАИШ к. 76, т. 9393764

Гравиметрия, глобальная геодинамика, внутреннее строение Земли и планет

Помимо традиционных для кафедры исследований в области обработки измерений силы тяжести в движении и изучения глобальных характеристик гравитационного поля Земли и их взаимосвязи с ее внутренним строением, в последние годы развивается новое перспективное направление - высокоточная и приливная гравиметрия и деформометрия. При помощи приливорегистрирующих комплексов выполнены уникальные наблюдения в Брюсселе и в Приэльбрусье, проводятся регулярные наблюдения в Москве. Выполнен анализ Банка Данных Международного Центра земных приливов в Брюсселе, уточнены упруговязкие характеристики мантии и жидкого ядра Земли. Стационарные наблюдения приливных деформаций земной коры в Приэльбрусье лазерным интерферометром используются для оценки состояния магматического очага спящего вулкана Эльбрус. Для этой же цели проводятся регулярные высокоточные гравиметрические измерения на самом Эльбрусе и комплексная интерпретация данных. Высокоточная гравиметрия успешно применяется не только в астро-

номии и геофизике, но и в метрологии - на основе регулярных измерений в Международном Бюро Мер и Весов в Севре ведутся исследования влияния неоднородного гравитационного поля на точность реализации ряда эталонов.

Руководители направления:

д.ф.-м.н., профессор Пантелеев Валерий Леонтьевич,
ГАИШ к. 76, т. 9393764

к.ф.-м.н., доцент Копаев Александр Валерьевич,
ГАИШ к. 6, т. 9395327

д.ф.-м.н. Чуйкова Надежда Алексеевна,
ГАИШ к. 43, т. 9395024

Морфологический анализ строения поверхностей планет и спутников Солнечной системы

Для изучения особенностей строения поверхностей планет земной группы и их спутников широко используются методы картометрии. По детальным картам Меркурия, Венеры, Луны и Марса, составленным на основе космических съемок, определяются координаты и размеры различных форм рельефа, выявляются их пространственные взаимосвязи. Статистический анализ данных морфологических каталогов кратеров Меркурия, Луны и Марса позволяет исследовать процесс кратерообразования на Луне и планетах, особенности распределения кратеров по поверхности в разные периоды формирования небесных тел. Проводится выявление возрастных особенностей тектонических структур и анализ зависимости их строения и плотности распределения от топографии, отражательной способности поверхностей и других физических характеристик.

Литература:

Родионова Ж.Ф. Гипсометрические карты и картометрические исследования. В атласе "Планеты земной группы и их спутники", Изд-во МИИГАиК, 1992 г.

Родионова Ж.Ф. и др. Морфологический каталог кратеров Луны. Изд-во МГУ, 1987 г., 172 с. 4 .Родионова Ж.Ф. и др. Особенности рельефа Земли, Луны, Марса и Венеры. Земля и Вселенная, 4, 1985 г., с.21-25.

Родионова Ж.Ф. и др. Морфологический каталог кратеров Луны. М. МГУ. 1987 г.

Rodionova J.F. et al. Morphological catalogue of craters of Mars. ESA. Netherlands. 2000.

Руководитель направления:

к.ф.-м.н. Родионова Жанна Федоровна
ГАИШ, комн. 46, тел. 9391649.

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ

Заведующий кафедрой — профессор, академик РАН А.А. Боярчук.

Основные научные направления:

Астрономическое приборостроение, астрономические наблюдения и обработка данных. Проводятся исследования современных приемников излучения - ФЭУ и ПЗС-матриц, выполняется проектирование и конструирование фотоэлектрических и ГОС-фотометров, эшелельных спектрографов, оптических систем раз-

ного назначения, телескопов, приборов для исследования состояния атмосферы и атмосферной турбулентности, звездных интерферометров, электронных систем управления и автоматического гидирования телескопов. Проводятся прецизионные фотометрические и спектральные исследования звезд, включая измерение лучевых скоростей.

Разрабатываются современные методы обработки наблюдательного материала, создаются астрономические каталоги и базы данных. Методическое, программное и приборное обеспечение космических проектов. Наблюдательными базами кафедры являются Специальная астрофизическая обсерватория (САО РАН) и Крымская лаборатория ГАИШ МГУ.

Литература:

А.А. Токовинин. Звездные интерферометры. М. Наука. 1988.

Ф. Пачини (ред). Оптические телескопы будущего. М.: Мир, 1981.

Руководители направления:

Доцент, к.ф.-м.н. Корнилов Виктор Геральдович,

ГАИШ, к. 39, тел. 9392382,

профессор, д.ф.-м.н. Расторгуев Алексей Сергеевич,

ГАИШ, к. 53, тел. 9391616

НОВЫЕ КАФЕДРЫ ФАКУЛЬТЕТА

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЧАСТИЦ И КОСМОЛОГИИ

Заведующий кафедрой — академик А.Н.Тавхелидзе

Основные научные направления

Современная физика элементарных частиц, космология и астрофизика во многих аспектах тесно связаны между собой. К настоящему времени сформировалось по-существу целое направление исследований, которое в англоязычной литературе носит название "astroparticle physics", а в России называется по-разному: "космомикрофизика", "физика частиц и космология" и т.д. Красноречивым примером служит возникшее из космологии представление о новых массивных стабильных частицах, составляющих темную материю во Вселенной [1]. Другой пример: необходимость расширения Стандартной модели физики частиц для объяснения асимметрии между веществом и антивеществом во Вселенной [1, 2]. Еще один пример дает теория раздувающейся (инфляционной) Вселенной и теория постинфляционного разогрева, целиком основывающиеся на методах физики частиц в применении к расширяющейся Вселенной [3, 4].

Исследование этих и многих других проблем на стыке теории элементарных частиц, космологии и астрофизики и является основным направлением научной работы на кафедре физики частиц и космологии.

Исследования в области физики элементарных частиц и космологии опираются на развитие идей и методов квантовой теории поля. Два примера, один из которых имеет важнейшее значение с точки зрения асимметрии между веществом и антивеществом во Вселенной, а другой — с точки зрения пост-инфляционного разогрева: (1) квантовая теория калибровочных полей вне рамок теории возмущений предсказывает несохранение барионного числа (число кварков минус число антикварков) в ранней Вселенной уже в рамках Стандартной модели — общепринятой теории физики частиц [2]; (2) нелинейные явления в физике пост-инфляционного разогрева описываются методами классической теории поля [5] совместно с методами исследования рождения частиц во внешних полях, основанными на преобразованиях Боголюбова [4]. В связи с этим на кафедре большое внимание уделяется как развитию методов квантовой теории поля, так и исследованию квантовополевых моделей. Это направление включает в себя и исследование возможностей модификации общей теории относительности — современной теории гравитации: не исключено, что подобного рода явлением обусловлено наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной в современную эпоху [6].

Результаты, полученные в последнее время в космологии, а также внутренние трудности теории свидетельствуют о неполноте современной теории элементарных частиц — Стандартной модели. Именно с выходом за рамки Стандартной модели — а он будет сделан в экспериментах на Большом адронном коллайдере и, возможно, в других экспериментах в недалеком будущем — связано дальнейшее развитие как физики элементарных частиц, так и соответствующих разделов космологии и астрофизики. Построение и развитие моделей физики частиц, расширяющих Стандартную модель, в том числе моделей на основе суперсимметрии [7] и моделей с дополнительными измерениями пространства [8] — один из приоритетов научной работы кафедры.

Важное место среди научных направлений кафедры занимает собственно астрофизика элементарных частиц — новая область знания, которая включает изучение физики частиц (в том числе поиск новых частиц и взаимодействий) методами астрофизики и изучение свойств астрофизических объектов методами физики частиц [4].

Литература

[1] Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков, Введение в теорию ранней Вселенной.

Теория горячего Большого взрыва. М., УРСС, 2008

[2] В.А. Рубаков, М.Е. Шапошников, Успехи физических наук 166 493-537, 1996.

[3] Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков, Введение в теорию ранней Вселенной.

Космологические возмущения. Инфляционная теория. М., ИЯИ РАН, 2009 (М., УРСС, в печати).

[4] I.I. Tkachev, Astroparticle physics. Lectures given at European School on

High-Energy Physics, 24 Aug - 6 Sep 2003. e-Print: hep-ph/0405168.

[5] R. Micha, I.I. Tkachev, Phys.Rev. D70 043538, 2004.

[6] В.А. Рубаков, П.Г. Тиняков, Успехи физических наук 178 785, 2008.

[7] Д.С. Горбунов, С.Л. Дубовский, С.В. Троицкий, Успехи физических наук 169 705, 1999.

[8] В.А. Рубаков, Успехи физических наук 171 913, 2001.

КАФЕДРА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой – профессор, академик РАН С.Н. Васильев.

Основные научные направления:

Методы искусственного интеллекта и принятия решений в системах управления. *Руководитель академик С.Н. Васильев.*

Возрастание сложности автоматизированных систем управления, измеряемая объемом информации, которую они производят, часто уже превосходит возможности людей по анализу интерфейсных данных. Известные аварии и катастрофы на транспорте, в промышленности, энергетике и др. (Тримайлайлэнд, Бхопал, Чернобыль, Хакасия), помимо экономических причин, связываются с перегрузкой операторов, с недостаточным качеством проектирования и эксплуатации управляемых систем, возникновением нештатных ситуаций неуправляемости. Исчерпание технического ресурса объектов и систем управления, нередко наблюдаемого в условиях современной России, дополнительно повышает требования к модернизации потенциала управления, что требует применения новых методов и средств управления.

Традиционные методы управления не обеспечивают требуемой эффективности формирования управлений в условиях:

- недостаточности априорной информации о внешней среде функционирования;
- большого количества трудно учитываемых факторов нестационарности и субъективного их характера;
- деградации (отказов, аварий) или необходимости целенаправленной реконфигурации (восстанавливающего или развивающего управления).

Постановка и решение задач управления обычно опираются на более или менее традиционные математические модели, как правило, в форме тех или иных уравнений динамики управляемого процесса (дифференциальных, конечно-разностных и других).

Будучи всегда неточен, результат моделирования, как известно, может содержать даже в явной форме "следы недо моделированной динамики". Например, в правой части уравнений динамики могут оставаться неизвестные члены, именуемые постоянно действующими возмущениями. Понятия адаптивности, робастности и другие

также были призваны учесть немоделируемую динамику путем получения недостающей информации на этапе обучения или в режиме реального времени.

Замещение многих традиционных технических средств автоматики цифровыми преобразователями придает системам управления характер информационно-управляющих систем, а встраивание в них процедур распознавания образов, аккумуляции экспериментального знания, планирования действий и других “интеллектуальных” функций привели к созданию теории и систем интеллектуального управления.

В лекциях раскрываются возможности повышения потенциала управления с применением оригинальных и известных результатов в области искусственного интеллекта, как направления исследований, ориентированного на создание средств автоматического решения сложных задач, подвластных интеллекту человека, а также на создание наукоемких технологий подготовки и поддержки принятия управленческих решений в автоматизированных (человеко-машинных) системах управления объектами и процессами физико-технической, технологической, экономической, организационной природы.

Литература

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунцов Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. – М.: Физматлит, 2000.
2. Васильев С.Н. Метод редукции и качественный анализ динамических систем // Изв. РАН, сер. Теория и системы управления, I, II, 2006, №1, с.21-29, №2, с.5-17.
3. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений.- М.: Наука, 1996.
4. Летов А.М. Математическая теория процессов управления (с предисловием Красовского Н.Н.). – М.: Наука, 1981.
5. Моделирование и управление процессами регионального развития // Под ред. Васильева С.Н., М., Физматлит, 2001.
6. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергия, 1981.
7. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice-Hall, 1995 (имеется перевод на русский язык: С. Рассел, П. Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход. - М.-Санкт-Петербург-Киев.: Изд. дом "Вильямс", 2006).
8. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М.: Наука, 1983.

Аналитическое и алгоритмическое конструирование динамических систем управления. *Руководитель д.ф.-м.н., профессор В.Н. Афанасьев.*

К аналитическому конструированию относятся задачи синтеза оптимальных систем управления с незадаанным временем окончания переходных процессов и свободным правым концом, задачи с заданным временем управления и заданными областями конечных значений, дифференциальные игры.

К задачам алгоритмического конструирования систем управления с неполной информацией о состоянии, параметрах и взаимодействии со средой относятся задачи построения алгоритмов параметрической оптимизации (адаптивные сис-

темы) и/или синтеза робастного управления, обеспечивающего заданное качество систем при возможных изменениях внешней среды и параметров.

Природа объектов разнообразна (физические, технические, экономические, экологические, биологические).

Литература

1. *Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б.* Управление стохастическими системами. Учебное пособие, МИЭМ, 1989. 71 с.
2. *Афанасьев В.Н., Неусытин К.А.* Методы коррекции систем инерциальной навигации. Учебное пособие, МИЭМ, 1992. 106 с.
3. *Afanas'ev V.N., Kolmanovskii, V.B., Nosov V.R.* Mathematical Theory of Control System Design/ Kluwer Academic Publisher, 1996. 671 p.
4. *Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р.* Математическая теория конструирования систем управления. Учебник. Издательство Высшая школа, 1989, 1998, 2003. 615 с.
5. *Афанасьев В.Н.* Аналитическое конструирование непрерывных конечномерных детерминированных систем. Учебное пособие, МИЭМ, 2003. 180 с.
6. *Афанасьев В.Н.* Алгоритмическое конструирование систем управления с неполной информацией. Учебное пособие, МИЭМ, 2004. 146 с.
7. *Афанасьев В.Н.* Аналитическое конструирование непрерывных систем управления. Учебное пособие, РУДН, 2005. 148 с.
8. *Афанасьев В.Н.* Динамические системы с неполной информацией. Алгоритмическое конструирование. Монография. КомКнига (URSS), 2007. 214 с.
9. *Афанасьев В.Н.* Оптимальные системы управления. Учебное пособие, РУДН, 2007. 259 с.
10. *Афанасьев В.Н.* Управление неопределенными системами. Учебное пособие, РУДН, 2008. 325 с.
11. *Афанасьев В.Н.* Управление неопределенными динамическими объектами. Монография. Наука, Физматлит, 2008. 208 с.

Методы дискретного анализа. Алгоритмический подход. *Руководитель д.ф.-м.н., профессор А.А. Лазарев.*

Люди на протяжении всей жизни сталкиваются с проблемами составления расписаний. В обычной жизни эти проблемы решаются интуитивно. Но даже на обыденном уровне человек исполняет алгоритмы, пусть даже не осознавая этого. Часто мы планируем наши действия в порядке возрастания крайних сроков исполнения работ. Например, студенты во время экзаменационной сессии учат предмет с наименьшим директивным сроком (ближайший по дате сдачи экзамен), тем самым они минимизируют максимальное временное смещение. Так как лучше получить на экзаменах три четвёрки, чем две пятерки и одну тройку, - стипендии не будет... Для решения бытовых вопросов применение интуитивного подхода оказывается достаточно. Усложнение объектов управления и развивающаяся в мире стремительными темпами автоматизация производственных и других процессов, неуклонно увеличивающиеся масштабы задач управления ставят перед научным сообществом всё более трудные задачи разработки алгоритмов составления расписаний.

Рассматриваются модели: составления расписаний для производств; параллельные вычисления задач большой размерности; задачи транспортной и другой логистики.

Литература

1. Лазарев А.А. Теория расписаний. Оценки абсолютной погрешности и схема приближённого решения задач теории расписаний. // Учебное пособие. - М.: МФТИ, 2008. - 222 С.
2. Лазарев А.А., Садыков Р.Р. Теория расписаний. Минимизация максимального временного смещения и суммарного взвешенного числа запаздывающих требований.// Научное издание. Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН - 2007. - 135 С.
3. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Исследование задач с отношениями предшествования и ресурсными ограничениями.// Научное издание. Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН - 2007. - 80 С.
4. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Минимизация суммарного запаздывания для одного прибора.// Научное издание. Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН - 2006. - 134 С.
5. Лазарев А.А., Сираев Р.Р. Системы обработки экономической информации. Часть I. Кредитование в банке.// Казань, Издательство Казанского математического общества, 1998.- 285 С.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАНОТЕХНОЛОГИЯМ (НОЦ) МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА. ОТДЕЛЕНИЕ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ

Научно-образовательный центр по нанотехнологиям Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (НОЦ МГУ) является организационной формой интеграции и координации учебной и научной деятельности подразделений Московского Университета в области нанотехнологий и наук о наносистемах. НОЦ МГУ был создан по приказу ректора в 2008 г. В 2009 г. было образовано Отделение НОЦ МГУ на физическом факультете. *Руководителем Отделения НОЦ на физическом факультете МГУ* является декан факультета — профессор В.И. Трухин, заместителем руководителя отделения — профессор В.Ю. Тимошенко.

В работе НОЦ МГУ в настоящее время принимают активное участие следующие факультеты: физический, химический, наук о материалах, биологический, фундаментальной медицины и другие подразделения МГУ, ведущие научные исследования и подготовку специалистов в сфере нанотехнологий и смежных областях знаний. Основная задача НОЦ — подготовка специалистов междисциплинарного нанотехнологического профиля. Обучение студентов проводится по трем новым межфакультетским специализациям: **«Наносистемы и наноустройства»**, **«Функциональные наноматериалы»** и **«Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии»**.

Для обучения студентов физического факультета по специализации НОЦ МГУ «Наносистемы и наноустройства» формируются отдельные межкафедральные группы. Студенты в таких группах слушают как специальные курсы, разработанные в соответствии с программой обучения в НОЦ, так и базовые курсы кафедр, на которых они проводят научные исследования и выполняют дипломную работу. Студентам, обучающимся по программе НОЦ, предоставляется возможность участвовать в научных проектах и грантах, финансируемых Роснано, Роснаукой, другими российскими и зарубежными научными организациями и фондами. Общая информация о деятельности НОЦ МГУ, а также информация по текущей учебной и научной работе студентов размещена на сайте НОЦ: <http://nano.msu.ru>.

ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Важным и перспективным шагом в инновационной политике факультета стало создание отделения дополнительного образования. Среди основных направлений деятельности отделения:

- **дополнительное (второе высшее) образование "Разработчик профессионально ориентированных компьютерных технологий"**
- **дополнительное довузовское образование по математике, информатике, астрономии, экологии, английскому языку (очное и дистанционное);**
- **дополнительное вузовское образование, где в дополнение к базовой подготовке студенты имеют возможность получить целый ряд дополнительных квалификаций (очное и дистанционное);**
- **дополнительное послевузовское образование, связанное с системой переподготовки кадров и повышения квалификации или с получени-**

ем второго высшего образования (физика, компьютерные технологии, иностранные языки).

В структуре отделения дополнительного образования находятся:

- Вечерняя физико-математическая школа
- Вечерняя физическая школа
- Учебный центр "Компьютерные технологии"
- Школа английского языка "Vita nova-МГУ"
- Центр дистанционного образования
- Заочная физическая школа
- Лекторий по физике

Значительное место в учебной работе отделения занимает подготовка по программе "**Компьютерные технологии**", включающей в себя более 50 различных курсов, разработанных преподавателями отделения.

Для решения проблемы повышения квалификационных возможностей выпускника физического факультета в рамках существующих на факультете специальностей на отделении дополнительного образования был разработан и утвержден Министерством образования РФ государственный стандарт для получения дополнительной квалификации (второе высшее образование) "**Разработчик профессионально ориентированных компьютерных технологий**". Программа рассчитана в качестве послевузовского профессионального образования на студентов старших курсов физического факультета и выпускников вузов по специальностям: естественные науки и математика, экономика и управление, техника и технологии. Успешно освоившим данную программу присваивается новая квалификация, дающая право на ведение нового вида профессиональной деятельности, выдается диплом государственного образца.

Вечерняя физико-математическая школа осуществляет подготовку по математике, физике, информатике, русскому языку, литературе. Предлагается однолетняя и двухлетняя подготовка. Обучение по предлагаемым программам способствует успешной сдаче ЕГЭ. Помимо подготовки к ЕГЭ, вступительным экзаменам и олимпиадам, в вечерней физико-математической школе даётся фундаментальная подготовка, необходимая для успешного освоения общего курса физики и высшей математики в вузах. Семинарские занятия по элементарной физике проводятся опытными преподавателями МГУ, авторами стандартных школьных учебников по физике. Для слушателей подготовительных курсов предоставляется возможность бесплатно посещать Лекторий по физике с демонстрациями физических экспериментов. В 2009 г. все выпускники физико-математической школы при физическом факультете стали студентами МГУ и других ведущих московских вузов.

Центр дистанционного образования позволяет школьникам со всех уголков России проходить подготовку по математике и физике у ведущих преподавателей этих дисциплин, сотрудников Московского Государственного Университета имени Ломоносова. Записаться на курсы, проводимые посеместрово (в свободном расписании в рамках утвержденного учебного плана) на платной основе,

может любой желающий школьник. Помимо этого группы слушателей могут быть направлены школами в рамках дополнительного образования и подготовки школьников к участию в олимпиадах по физике и математике.

С 2001 года на отделении дополнительного образования осуществляется подготовка специалистов по программе **"Физика и менеджмент научных исследований и высоких технологий"**. Это — новое направление по профессиональной подготовке организаторов и руководителей проектов в области научных исследований и технологий, способных анализировать и оперативно решать возникающие проблемы, владеющих системным подходом при решении многих проблем, а также умеющих работать в нестандартной ситуации.

Обучение по этой программе происходит по двухуровневой схеме (бакалавр физики, магистр физики и менеджмента) в течение шести лет. Студенты, изъявившие желание обучаться по направлению **"физика и менеджмент"**, пройдут полноценную подготовку в рамках бакалавриата (физики) по программе физического факультета. Кроме этого в программу добавлен ряд экономических дисциплин, а также курс делового английского языка. После выполнения учебного плана бакалавриата студенты продолжают обучение в магистратуре по направлению **"физика и менеджмент"** со своими спецкурсами, посвященными инновационному менеджменту, экономике, финансам, управлению и т.д.

С подробной информацией о работе отделения дополнительного образования можно ознакомиться на сайте отделения дополнительного образования <http://odo.phys.msu.ru>.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТДЕЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ.....	3
Кафедра теоретической физики	3
Кафедра математики	6
Кафедра биофизики	8
Кафедра молекулярной физики	11
Кафедра общей физики	15
Кафедра общей физики и молекулярной электроники	25
Кафедра квантовой статистики и теории поля	28
Кафедра медицинской физики.....	30
Кафедра физики наносистем	32
ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА.....	32
Кафедра физики твердого тела	32
Кафедра физики полупроводников	40
Кафедра физики полимеров и кристаллов	43
Кафедра магнетизма	48
Кафедра физики низких температур и сверхпроводимости.....	51
Кафедра общей физики и физики конденсированного состояния.....	54
ОТДЕЛЕНИЕ РАДИОФИЗИКИ	58
Кафедра физики колебаний	58
Кафедра фотоники и физики микроволн.....	66
Кафедра физической электроники	75
Кафедра общей физики и волновых процессов	81
Кафедра акустики	90
Кафедра квантовой электроники.....	96
ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОФИЗИКИ	100
Кафедра физики Земли	100
Кафедра физики атмосферы	104
Кафедра физики моря и вод суши	109
Кафедра компьютерных методов физики	113

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ.....	116
Кафедра квантовой теории и физики высоких энергий.....	116
Кафедра физики ускорителей высоких энергий.....	119
Кафедра физики атомного ядра и квантовой теории столкновений	121
Кафедра физики космоса.....	129
Кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники	134
Кафедра оптики и спектроскопии	136
Кафедра общей ядерной физики	139
Кафедра физики элементарных частиц	144
Кафедра нейтронографии.....	145
ОТДЕЛЕНИЕ АСТРОНОМИИ	147
Кафедра астрофизики и звездной астрономии	147
Кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии.....	149
Кафедра экспериментальной астрономии.....	152
НОВЫЕ КАФЕДРЫ ФАКУЛЬТЕТА.....	153
Кафедра физики частиц и космологии.....	153
Кафедра физико-математических методов управления.....	155
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАНОТЕХНОЛОГИЯМ (НОЦ) МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА. ОТДЕЛЕНИЕ НА ФИЗИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ	158
ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	159
СОДЕРЖАНИЕ	162

Справочное издание

НАУЧНАЯ ТЕМАТИКА
КАФЕДР ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Подписано в печать _____

Объем 10 п.л. Тираж _____ экз. Заказ № _____

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Отпечатано в отделе оперативной печати
физического факультета МГУ