

Институт физики микроструктур РАН

Межфакультетская базовая кафедра ННГУ
«Физика наноструктур и наноэлектроника»

Темы курсовых работ

2018

ИФМ РАН

Институт физики микроструктур РАН (ИФМ РАН) образован 28 сентября 1993 года на базе Отделения физики твердого тела Института прикладной физики АН СССР (в настоящее время — ИПФ РАН). Директором института был назначен академик С.В. Гапонов. В 2009 году ИФМ РАН возглавил профессор чл.-корр. РАН З.Ф. Красильник. Сейчас ИФМ РАН входит в структуру Федерального исследовательского центра ИПФ РАН.

ИФМ РАН проводит научные исследования по следующим направлениям:

- физика, технология и диагностика твердотельных микро- и наноструктур;
- многослойная оптика рентгеновского и ультрафиолетового диапазонов;
- кремниевая оптоэлектроника;
- спектроскопия, спектрометрия и электроника терагерцового и субтерагерцового диапазонов;
- физика магнитных наноструктур и спинтроники;
- физика сверхпроводников и сверхпроводниковая электроника.

ИФМ РАН приглашает студентов для подготовки магистерских диссертаций и проведения научно-исследовательских работ на современном оборудовании с трудоустройством уже на этапе магистратуры и дальнейшей возможностью поступления в аспирантуру.

Официальный сайт института — <http://ipmras.ru>

Кафедра «Физика наноструктур и наноэлектроника»

Институт физики микроструктур РАН является базовым научным учреждением для подготовки студентов радиофизического, физического факультетов и ВШОПФ Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского (ННГУ) в области нанофизики и твердотельных нанотехнологий - одном и актуальнейших направлений современной физики конденсированных сред. С этой целью в 2004 году образована межфакультетская базовая кафедра «Физика наноструктур и наноэлектроника». Заведующий кафедрой — чл.-корр. РАН Захарий Фишелевич Красильник, директор ИФМ РАН.

Ежегодно проводится набор на базовую кафедру студентов 3—5 курсов радиофизического и физического факультетов и ВШОПФ ННГУ. При этом студенты, принятые на базовую кафедру, сохраняют свой статус на факультетах и кафедрах, куда они были ранее зачислены, и где они обучаются по курсам, входящим в обязательную федеральную составляющую специальностей «радиофизика» и «физика», соответственно.

Электронный вариант сборника:

<http://www.pnn.unn.ru/UserFiles/docs/topics.pdf>



Алешкин Владимир Яковлевич

д.ф.-м.н., проф., гнс отд. 110

к. 234, т. 417–94–82 (+234), aleshkin@ipmras.ru



Излучательная рекомбинация в квантовых ямах гетероструктур HgTe/CdHgTe

В работе предполагается построить теорию излучательной рекомбинации в квантовых ямах с нормальной зонной структурой для объяснения наблюдаемой динамики фотопроводимости таких структур и выяснения оптимальных параметров структур для лазеров, основанных на них.



Поверхностные состояния на гетерогранице HgTe/CdHgTe

В работе предполагается построить теорию поверхностных состояний на гетерогранице HgTe/CdHgTe для структур, выращенных на плоскости (013).

Дубинов Александр Алексеевич

к.ф.-м.н., снс отд. 110

к. 234, т. 417–94–82 (+234), sanya@ipmras.ru



Лазер на основе легированного германия с металлическим резонатором

В работе предполагается провести теоретический анализ возможности наблюдения лазерной генерации в структуре на основе легированного германия с металлическим резонатором.

Жукавин Роман Хусейнович

к.ф.-м.н., снс отд. 110

к. 260, т. 417–94–79 (+260), zhur@ipmras.ru



Механизмы инверсии и усиления в терагерцовом диапазоне частот в полупроводниках, легированных примесными центрами

Работа посвящена исследованию мелких кулоновских центров в кремнии, германии и алмазе с точки зрения развития источников когерентного излучения терагерцового диапазона частот. Предполагается участие в экспериментальной активности коллектива лаборатории 113, направленной как на изучение характеристик существующих источников на основе кремния, легированного "мелкими" донорами при оптическом возбуждении, так и поиск новых активных сред в терагерцовом диапазоне частот.

Козлов Дмитрий Владимирович

к.ф.-м.н., доцент, нс отд. 110

к. 262, т. 417–94–79 (+262), dvkoz@ipmras.ru



Примеси и дефекты в КРТ - материалах



Работа посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию примесей и дефектов в материалах кадмий -ртуть - теллур (КРТ), в том числе с квантовыми ямами (КЯ). Результаты работы могут быть полезны при «теоретическом конструировании» новых источников излучения ТГц и среднего ИК диапазона, работающих на переходах между состояниями примесей в КРТ-структурах. В этих материалах ширина запрещенной зоны зависит от состава твердого раствора и в узкозонных структурах энергия ионизации акцепторов оказывается сравнимой с шириной запрещенной зоны, т.е. примесь оказывается глубокой. Состояния глубоких акцепторов в КРТ материалах могут, в зависимости от состава твердого раствора, оказываться как в запрещенной зоне, так и попадать в зону проводимости, т.е. становиться резонансными. Таким образом, возникла необходимость разработать методы описания таких примесных состояний, научиться рассчитывать их энергии, а также матричные элементы оптических переходов между состояниями акцепторов и переходов примесь-зона и времена жизни состояний примеси, если они оказываются резонансными.

Лобанов Дмитрий Николаевич

к.ф.-м.н., нс отд. 110

к. 102, т. 417–94–73(+102), dima@ipmras.ru



Светоизлучающие наноструктуры на основе InN, сформированные методом молекулярно-пучковой эпитаксии с плазменной активацией азота

В девяностых годах прошлого столетия произошел стремительный прогресс в технологии выращивания AlN материалов, и в настоящее время нитриды являются основой для создания эффективных светодиодов, лазеров и фотодиодов видимого и ультрафиолетового диапазонов, а также мощных СВЧ транзисторов. Большая часть светодиодного освещения, используемого в быту, промышленности и на улицах изготовлена на основе этих материалов. Нитрид индия (InN) является наименее изученный из полупроводниковых нитридов металлов III группы. Только в 2002 г. было установлено, что этот прямозонный полупроводник при комнатной температуре имеет ширину запрещенной зоны $E_G \sim 0.64$ эВ, лежащую в инфракрасной (ИК) области спектра. Это открыло перспективы расширения спектрального диапазона работы оптических приборов на основе нитридов до ИК, а также практического использования InN и твердых растворов на его основе в электронике, фотонике и солнечной энергетике. Однако трудности приборных применений InN связаны с все еще низким качеством выращиваемых эпитаксиальных слоев, обладающих большой концентрацией электрически активных примесей и дефектов, а также с трудностями получения этого материала с дырочным типом проводимости.

В рамках работы планируется развитие технологии получения высококачественных слоёв InN методом молекулярно-пучковой эпитаксии с плазменной активацией азота с целью улучшения их фотоприёмных, люминесцентных и транспортных характеристик.

Морозов Сергей Вячеславович

к.ф.-м.н., зав. лаб. отд. 110

к. 262, т. 417–94–82 (+262), more@ipmras.ru



Длинноволновые лазеры на основе наногетероструктур $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}/\text{Cd}_y\text{Hg}_{1-y}\text{Te}$

Наногетероструктуры на основе твердых растворов $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ представляют собой перспективный материал для создания компактных полупроводниковых лазеров на диапазон длин волн 20 – 50 мкм. Данный диапазон недоступен для квантово-каскадных лазеров на основе соединений АЗВ5 ввиду сильного решеточного поглощения. К настоящему времени единственными источниками когерентного излучения в диапазоне длин волн 20 – 50 мкм остаются диффузионные лазеры на основе халькогенидов свинца-олова, которые характеризуются низкой мощностью и низкими рабочими температурами. С другой стороны, структуры на основе $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$, выращенные методом молекулярно-лучевой эпитаксии, обладают рядом технологических преимуществ, основным из которых является возможность контролируемого роста гетероструктур с квантовыми ямами. Варьирование параметров квантовых ям позволяет управлять шириной запрещенной зоны и гибко «подстраивать» энергетический спектр носителей, в том числе делая его «графеноподобным», что способствует подавлению безызлучательных механизмов рекомбинации. В настоящее время нами получено стимулированное излучение на рекордной длине волны 10.2 мкм. В задачи работы входит разработка дизайнов волноводных структур с квантовыми ямами на основе $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ для дальнейшего увеличения длины волны генерации, получение стимулированного излучения и экспериментальное исследование его спектральных и мощностных характеристик.

Румянцев Владимир Владимирович

к.ф.-м.н., нс отд. 110

к. 262, т. 417–94–82 (+262), rumyantsev@ipmras.ru



Исследование процессов рекомбинации носителей заряда в узкозонных структурах на основе твердых растворов $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$

Твердые растворы $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ – лидирующий материал при создании фотоэлектрических детекторов среднего ИК диапазона (окна прозрачности атмосферы 3 – 5 мкм, 8 – 14 мкм). Недавние работы показывают, что наногетероструктуры на основе твердых растворов $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ оказываются перспективными и при разработке длинноволновых лазеров. В обоих случаях ключевым является вопрос о времени жизни носителей в материале, так как оно определяет потенциальную чувствительность приемника и пороговую мощность накачки, необходимую для создания инверсии населенности в активной среде лазера. Несмотря на существенный прогресс в технологии роста, проблема снижения влияния примесей и дефектов на времена жизни носителей в твердых растворах $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ все еще актуальна, в особенности для узкозонных материалов (ширина запрещенной зоны менее 100 мэВ, $x < 0.2$). Кроме того, остается открытым вопрос о роли оже-рекомбинации в условиях высокой концентрации носителей, который становится особенно важным при разработке лазеров. Обзор литературных данных показывает, что процессы оже-рекомбинации требуют экспериментального исследования, а их теоретическое описание – дальнейшего совершенствования. В работе предполагается детальное исследование процессов рекомбинации

носителей в узкозонных твердых растворах $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ и гетероструктурах с квантовыми ямами на их основе в широком интервале температур и интенсивностей возбуждения с помощью разрешенных по времени исследований фотопроводимости и фотолюминесценции, а также методом pump-probe с использованием лазера на свободных электронах HZDR FELBE (Дрезден, Германия).

Степихова Маргарита Владимировна

к.ф.-м.н., нс отд. 110

к. 273, т. 417-94-82 (+273), mst@ipmras.ru



Резонансные и нерезонансные механизмы усиления люминесцентного отклика кремниевых структур в низкоразмерных резонаторах на базе фотонных кристаллов

Работа предполагает проведение экспериментальных исследований фотонно-кристаллических резонаторов, сформированных на базе кремниевых структур с наноструктурами Ge(Si). Методом микро-фотолюминесценции с высоким пространственным (до 2 мкм) и спектральным (до 0,1 нм) разрешением будут исследованы фотонно-кристаллические резонаторы с варьируемыми параметрами, как фотонного кристалла, так и дефекта в фотонном кристалле, формирующего резонатор, изучены условия резонансного и нерезонансного механизмов усиления сигнала фотолюминесценции наноструктур Ge(Si) в таких резонаторах. Для интерпретации полученных экспериментальных данных в рамках работы будет проведен теоретический расчет зонной структуры исследуемых фотонных кристаллов и низкоразмерных резонаторов, формируемых на их основе.

Юрасов Дмитрий Владимирович

к.ф.-м.н., нс лаб. 114 отд. 110

к. 102, т. 417-94-80 (+102), Inquisitor@ipmras.ru



Формирование и свойства высококачественных слоев германия для кремниевой оптоэлектроники

Одной из актуальной проблем развития современной кремниевой нано- и оптоэлектроники является интеграция на кремниевой подложке устройств на основе германия (Ge). Ge по целому ряду своих параметров превосходит кремний, что позволяет создавать на его основе быстродействующие транзисторы, приемники и источники излучения ближнего ИК диапазона. Но для интеграции приборов на основе Ge с традиционной кремниевой технологией необходимо решить задачу получения на Si(001) подложках тонких (1 мкм и менее) высококачественных слоев Ge и их селективного легирования донорами. Решению этих задач и посвящена предлагаемая курсовая работа.

Работа является, в основном, экспериментальной и предполагает освоение современного технологического оборудования эпитаксии полупроводниковых SiGe гетероструктур и анализ результатов исследований, полученных структур широким набором методов. В настоящей работе предполагается проведение исследования возможностей роста методом молекулярно-пучковой эпитаксии на Si(001) подложках релаксированных и растянутых Ge слоев высокого кристаллического качества, изучение способов внедрения доноров в Ge матрицу без деградации структур, формирование образцов для потенциальных приборных применений.

Яблонский Артем Николаевич

к.ф.-м.н., СИС отд. 110

к. 261, т. 417–94–82 (+261), yablonsk@ipmras.ru



Спектральные и кинетические исследования люминесцентных свойств полупроводниковых наноструктур

Работа посвящена экспериментальному исследованию люминесцентных свойств полупроводниковых наноструктур, излучающих в ближнем инфракрасном спектральном диапазоне. В качестве объектов исследования будут рассмотрены: структуры с пространственно упорядоченными Ge(Si) nanoостровками и фотонными кристаллами на их основе; одноосно и двухосно растянутые микроструктуры на основе слоев Ge; структуры с нитевидными нанокристаллами («вискерами») InAsP/InP и GaAs/AlGaAs; эпитаксиальные структуры InN.

В ходе работы предполагается ознакомление с такими современными методами исследования как:

- спектроскопия фотолюминесценции видимого и инфракрасного диапазона с наносекундным временным разрешением;
- спектроскопия возбуждения фотолюминесценции с использованием перестраиваемых по длине волны лазерных источников излучения;
- спектроскопия микро-фотолюминесценции с пространственным разрешением 1-2 нм;
- измерения при криогенных температурах и исследования температурных зависимостей фотолюминесценции в диапазоне от 4.2 до 300 К;
- исследование стимулированного излучения и лазерной генерации в полупроводниковых структурах.

Аладышкин Алексей Юрьевич, Уставщиков Сергей Сергеевич

к.ф.-м.н., снс отд. 120

к. 026, т. 417-94-85 (+257, +258, +311), aladyshkin@ipmras.ru



Измерение глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводящих наноструктурах методом низкотемпературной резонансной СВЧ спектроскопии

Измерение температурной зависимости глубины проникновения магнитного поля в тонкопленочных сверхпроводящих структурах является одной из важных методик диагностики сверхпроводящего состояния. В рамках предлагаемой работы предполагается участие в модернизации исследовательской установки, разработка автоматизированной системы сбора данных, непосредственное проведение измерений, анализ результатов, знакомство с математическими пакетами LabView, Matlab и Python. Студент при должном усердии получит практический опыт работы в области криогенной техники, методов СВЧ измерений, знакомство с базовыми теориями сверхпроводимости (Гинзбурга-Ландау и Бардина-Купера-Шриффера) и навыки анализа полученных данных. Работа проводится в рамках исследовательских проектов ИФМ РАН.



Исследование квантово-размерных эффектов в ультратонких пленках свинца методами сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии



Хорошо известно, что спектр энергии электрона в ультратонких металлических пленках отличается от спектра энергии свободной частицы из-за наличия границ (иначе говоря, локализации волновой функции частицы). В рамках предлагаемой работы предполагается участие в напылении тонкопленочных металлических структур (Pb, In), проведении измерений методами сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии и анализе результатов. Студент получит представление о современной вакуумной и криогенной технике, методиках создания образцов и исследования их методом СТМ.

Самохвалов Алексей Владимирович*, Мельников Александр Сергеевич

*д.ф.-м.н., снс отд. 120

т. (831) 417-94-85



Гибридные наноструктуры в сверхпроводящей спинтронике

Работа предполагает теоретическое изучение взаимодействия сверхпроводимости, спин-орбитальной связи и обменного поля в модельных гибридных структурах с эффектом близости: сверхпроводник-ферромагнетик или сверхпроводник-топологический изолятор. Спин-орбитальная связь в сочетании с магнитным обменным полем может способствовать образованию необычного неоднородного сверхпроводящего состояния, которое крайне интересно для изучения взаимодействия между магнетизмом и сверхпроводимостью, приводит к образованию

джозефсоновского перехода со спонтанной разностью фаз в основном состоянии и играет важную роль в физике майорановских фермионов.

Вадимов Василий Львович*, Мельников Александр Сергеевич

*мнс отд. 120

к. 256, vvadimov@ipmras.ru



Когерентная динамика гибридных сверхпроводящих и сверхтекучих систем

Предлагается теоретически исследовать колебания сверхпроводящего параметра порядка (моды Хиггса) в различных сверхпроводящих системах при низких температурах. Работа включает в себя изучение механизмов возбуждения и детектирования Хиггсовских мод.

Копасов Александр Андреевич*, Мельников Александр Сергеевич

*мнс отд. 120

к. 256, kopasov@ipmras.ru



Индукцированная сверхпроводимость в полупроводниковых нанопроводах

Полупроводниковые нанопровода покрытые сверхпроводящей оболочкой на сегодняшний день являются одной из самых перспективных платформ для поиска майорановских состояний в твердотельных системах. В данной работе предлагается теоретический расчет топологических фазовых диаграмм таких гетероструктур, а также исследование их транспортных и магнитных свойств.

Клушин Александр Моисеевич

д.ф.-м.н., зав.лаб. отд. 120

к. 225, т.417-94-83, a_klushin@ipmras.ru



Синхронизация джозефсоновских контактов электромагнитным полем



Работа предполагает изучение взаимодействия массивов джозефсоновских контактов с электромагнитным излучением мм диапазона волн. Цель работы: создания новых устройств для квантовой метрологии постоянного и переменного напряжений, работающих при температуре жидкого азота (77 К). Планируется численное моделирование и экспериментальное исследование тонкопленочных микроволновых линий передачи с встроенными джозефсоновскими контактами из высокотемпературных сверхпроводников в частотном диапазоне до 100 ГГц.



Джозефсоновские генераторы терагерцового диапазона частот

Работа направлена на исследование возможности построения генератора непрерывного излучения терагерцового диапазона частот на массивах большого числа тонкопленочных дискретных джозефсоновских контактов с размерами, значительно превышающими длину излучаемой волны. Планируется численное моделирование и экспериментальное исследование ансамблей джозефсоновских контактов излучающих перпендикулярно плоскости подложки, т.е. ансамблей, в

которых будет выживать в основном мода с нулевым продольным индексом и которая, тем не менее, будет фазирована со всеми джозефсоновскими цепочками.



Эффект Джозефсона в двухслойных структурах сверхпроводник-нормальный металл

Изучение эффекта близости в двухслойных структурах сверхпроводник (S) – нормальный металл (N). Разработка технологии создания SN мостиков нанометровых размеров из нитрида ниобия и алюминия, серебра или золота. Изучение стационарного и нестационарного эффектов Джозефсона в таких структурах при температурах до 1 К.

Мионов Сергей Викторович

к.ф.-м.н., снс отд. 120

к. 257, т. +7 951 9142322, svmironov@ipmras.ru



Сверхпроводниковая оптофлаксонаика

Целью работы является разработка теоретических основ нового направления физики конденсированных сред, находящегося на стыке оптики, сверхпроводимости и магнетизма – сверхпроводниковой оптофлаксонаики. Работа предполагает теоретическое изучение механизмов оптического управления бездиссипативными токами и топологически защищенными магнитными состояниями в сверхпроводящих системах. Результаты могут быть использованы для разработки сверхбыстрых ячеек памяти и элементов управления зарядовыми и спиновыми токами в криоэлектронике и спинтронике

Новиков Михаил Афанасьевич

к.ф.-м.н., внс отд. 120

к. 234, т. +7 920 2529398, mnovik@ipmras.ru



Тепловое излучение хиральных сред - дистанционный метод регистрации наличия жизни в космосе, предполагая её гомохиральность



На первом этапе работа теоретическая, а на втором предполагается создание оптической экспериментальной установки для проверки полученных результатов теоретических расчетов.

Савинов Денис Александрович

к.ф.-м.н., нс отд. 120

к. 257, т. 417–94–85 (+257), savinovda@ipmras.ru



Влияние эффекта ионной имплантации на пространственную модуляцию характеристик беспорядка тонкопленочных наноструктур и сверхпроводящий фазовый переход в сильных магнитных полях.

В работе предстоит изучить фундаментальные основы теории сверхпроводников (основные определения и свойства), а затем выполнить транспортные измерения узких сверхпроводящих мостиков на основе YBaCuO в широком интервале магнитных полей. Основные этапы эксперимента:

- выполнение микросварки четырехточечной радиотехнической схемы на узких сверхпроводящих мостиках;
- измерение полевой зависимости электрического сопротивления мостиков при заданной температуре; определение второго критического магнитного поля по заданному уровню измеренного сопротивления;
- обработка экспериментальных данных - определение линии фазового перехода мостиков на плоскости магнитное поле-температура (планируется экспериментально изучить данные зависимости для мостиков с разной степенью имплантированных ионов кислорода);
- сравнение экспериментальных данных с типичными теоретическими зависимостями.

Токман Иосиф Давидович

к.ф.-м.н., СИС отд. 120

к. 227, т. +7 903 6064080, tokman@ipmras.ru



Намагничивание графена переменными электромагнитными полями терагерцового диапазона.

Требуется рассчитать нелинейный ток намагничивания, определяющий обратный эффект Фарадея.

Королёв Сергей Александрович

к.ф.-м.н., мнс отд. 140

к. 255, pesh@ipmras.ru



Эксперименты по созданию радара с частотной модуляцией непрерывного излучения миллиметрового диапазона

Бурное развитие сверхвысокочастотной техники приводит к тому, что появляется возможность расширять диапазон используемых в настоящее время приборов, открывая новые возможности их применения. Одним из таких приборов является радар с частотной модуляцией непрерывного излучения. Расширение диапазона требует использования качественно новых компонентов, характеристики которых не до конца изучены, что составляет основную сложность в создании таких систем.

В рамках данной работы предлагается провести серию экспериментов, целью которых является оценка и уточнение характеристик имеющихся и необходимых компонентов радара, что впоследствии позволит создать соответствующий экспериментальный стенд.

Пахомов Георгий Львович

к.х.н., снс отд. 140

к. 203, т. 417–94–59, pakhomov@ipmras.ru



Гибридные фотовольтаические преобразователи

Эксперименты по получению фоточувствительных многослойных тонкоплёночных гетероструктур на основе молекулярных и гибридных материалов. Строение гетероструктур исследуется различными аналитическими методами, на основании фотоэлектрических измерений рассчитываются фотовольтаические параметры. Задачей является повышение эффективности фотопреобразования за счёт применения новых материалов и компоновки преобразователя.

Юнин Павел Андреевич

к.ф.-м.н., нс отд. 140

к. 238, т. 417–94–59, yunin@ipmras.ru



Исследование особенностей эпитаксии GaN на а-срезе сапфира

Курсовая работа предполагает участие в исследованиях структурных и электрофизических свойств слоев нитрида галлия, выращенных на подложках а-среза

сапфира методом металлоорганической газофазной эпитаксии. Возможно участие в технологических процессах получения и подготовки эпитаксиальных структур,

проведение рентгенодифракционных исследований и электрофизических измерений, выполнение кристаллофизических расчетов, обработка и интерпретация

результатов.

Востоков Николай Владимирович

к.ф.-м.н., нс отд. 140

к. 204, т. 417-94-92, vostokov@ipm.sci-nnov.ru



Вертикальный полевой транзистор с управляющим р-п переходом на основе GaAs



Работа посвящена созданию нового силового GaAs полевого транзистора с вертикальным каналом, управляемым р-п переходом. Предполагается проведение теоретических (численное моделирование) и экспериментальных исследований транспортных процессов протекающих в разрабатываемых транзисторных структурах.

Гусев Сергей Александрович

к.ф.-м.н., снс отд.150

к. 122, т. 417–94–89 (+122), gusev@ipmras.ru



Исследование наноструктур методами аналитической электронной микроскопии (АЭМ)



В работе предлагается провести исследование влияния структурных характеристик наноразмерных систем, которые могут быть сформированы из различных материалов (одиночные и многослойные металлические структуры, многослойные элементы рентгеновской оптики, нанотрубки и т.п.) на магнитные, оптические или электрические свойства. На выбор студенту предлагается несколько тем:

- Диагностика структур (металлических, полупроводниковых ...) методом спектроскопии характеристических потерь электронов (EELS в англоязычной литературе), что подразумевает получение информации о пространственном распределении элементов в образце, их количественном составе; изучение ближнего порядка в расположении атомов; анализ магнитных характеристик пленок с применением нового метода хирального магнитного дихроизма с помощью просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Содержание работы: эксперимент + компьютерная обработка результатов, моделирование спектров и ТЕМ изображений.
- Исследование структурных превращений в металлических пленках при ионной либо термической обработке методами высокоразрешающей ПЭМ и электронного микрофракционного анализа. Содержание работы: эксперимент + компьютерная обработка результатов и моделирование изображений высокого разрешения (информационный предел разрешения у нас 0,12 нм).
- Растровая (сканирующая) электронная микроскопия наноструктур. Предлагается освоить методы диагностики и провести экспериментальные исследования структур на основе тонких пленок или допированных металлами многослойных углеродных нанотрубок с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Задача состоит в изучении структурных и морфологических особенностей этих объектов в зависимости от их состава и способа получения. Требуется объяснить особенности контраста СЭМ изображений, полученных с помощью разных детекторов, что предполагает разработку (или освоение существующих) методов моделирования изображений.

Общие требования к студентам — знание английского языка, основ кристаллографии, аккуратность и регулярность посещений. Особо поощряется тяга к программированию (есть большая библиотека лицензионного и свободного программного обеспечения для обработки изображений и спектров, возможно написание оригинальных скриптов).

Караштин Евгений Анатольевич

к.ф.-м.н., нс отд. 150

к. 121, т. 417–94–88, eugenk@ipmras.ru



Поверхностные спиновые волны в неоднородно намагниченных системах



Предлагается провести теоретические исследования и микромагнитное моделирование собственных колебаний неоднородно намагниченных ферромагнитных наноструктур различного типа. В частности, внимание будет уделено поиску эффектов, связанных с невзаимным распространением спиновых волн, в локально модифицированных слоях с перпендикулярной магнитной анизотропией, а также в дискретных системах, состоящих из нескольких однородно намагниченных наночастиц, образующих неоднородное распределение намагниченности.

Работа будет выполняться в рамках проекта РФФ «Магнитно-резонансная силовая микроскопия ферромагнитных наноструктур».

Мионов Виктор Леонидович

д.ф.-м.н., внс отд. 150

к. 121, т. 417–94–88, mirovov@ipmras.ru



Разработка элементов магнитной логики на основе массивов ферромагнитных наночастиц и нанопроволок



В работе предполагается проведение теоретических (расчеты и микромагнитное моделирование) и экспериментальных (магнитно-силовая микроскопия) исследований процессов перемагничивания сложно организованных массивов, состоящих из ферромагнитных наночастиц и нанопроволок, во внешних магнитных полях.



Исследование магнитных состояний и ферромагнитного резонанса в планарных магнитных наноструктурах



В работе предполагается проведение теоретических (расчеты и микромагнитное моделирование) и экспериментальных (магнитно-силовая микроскопия, ФМР-спектроскопия) исследований магнитных состояний и явления ферромагнитного резонанса в массивах многослойных ферромагнитных наночастиц, упорядоченных на двумерных решетках с различной пространственной симметрией.



Магнитно-силовая микроскопия искусственных (паттернированных) ферромагнитных наноструктур



В работе предполагается проведение теоретических (расчеты и микромагнитное моделирование) и экспериментальных (магнитно-силовая микроскопия) исследований магнитных состояний и процессов перемагничивания сложно организованных (многослойные частицы различной формы) планарных массивов ферромагнитных наночастиц.



Разработка стенда магнитно-резонансной микроскопии и отработка методик локальных микроволновых исследований ферромагнитных наноструктур

Предполагается экспериментальная деятельность по отработке методик магнитно-резонансной силовой микроскопии и проведение экспериментальных исследований локальных СВЧ свойств широкого круга тонкопленочных ферромагнитных наноструктур.

Сапожников Максим Викторович

к.ф.-м.н., снс отд. 150

к. 122, т. 417-94-73 (+122), msap@ipmras.ru



Магнитооптика магнитных пленок и наноструктур



В рамках работы предстоит освоить технику проведения стандартных магнитооптических измерений (эффект Керра и Фарадея) кривых намагничивания магнитных пленок. Предстоит принять участие в создании установки для проведения магнитооптических измерений при низкой температуре. Планируется исследовать магнитные свойства многослойных магнитных пленок Co/Pt и наноструктур на их основе. В случае активной работы возможна публикация результатов в научном журнале.

Удалов Олег Георгиевич

к.ф.-м.н., нс отд. 150

к. 121, т. 417-94-88, udalov@ipmras.ru



Моделирование гибридных наноструктур сегнетоэлектрик/ферромагнетик



Будет проводиться численное моделирование поведения латерально-ограниченных магнитных наноструктур, выращенных на поверхности подложки сегнетоэлектрика.

Будут определены возможности управления магнитным состоянием таких структур с помощью электрических полей.



Поверхностный магнито-электрический эффект в магнитных оксидах

В работе будет проведено исследование влияния электрического поля на поверхностное магнитное состояние магнитных оксидов.

Вакс Владимир Лейбович

к.ф.-м.н., зав. отд. 160

к. 182, т. 417–94–57, vax@ipmras.ru



Применение методов нестационарной газовой спектроскопии ТГц частотного диапазона для медицинской диагностики на основе анализа выдыхаемого воздуха и запахов

В работе предполагается разработка методов повышения чувствительности спектрального анализа для экспериментального исследования состава выдыхаемого воздуха, а также запахов тканей и органов методами нестационарной газовой спектроскопии ТГц частотного диапазона с целью выявления характерных комбинаций молекул-маркеров для последующего использования в неинвазивной медицинской диагностике.



Математическое моделирование спектра ДНК с заданным коэффициентом специфичности



Терагерцевая спектроскопия является перспективным методом исследования пространственной структуры молекул: электромагнитные поля в терагерцевом (ТГц) диапазоне частот не повреждают биологические молекулы, кроме того, спектры поглощения высокочувствительны к особенностям структуры молекулы. При этом интерпретация ТГц спектров биомолекул является очень сложной задачей.

Интересным модельным объектом для ТГц спектроскопии является молекула ДНК. Во-первых, высокая пространственная регулярность молекулы позволяет моделировать ее цепочкой связанных осцилляторов. Во-вторых, у ДНК есть несколько независимых параметров, например, длина цепочки, период двойной спирали и так называемый коэффициент специфичности (константа, зависящая от биологического вида, которому принадлежала исследуемая ДНК).

В рамках данной работы предполагается моделирование зависимости ТГц спектра ДНК от соотношения ГЦ/АТ пар в молекуле.



Изучение взаимодействия ТГц излучения с плоско-слоистыми диэлектрическими структурами, включающими крупные органические молекулы

В терагерцевой спектроскопии биологических жидкостей наиболее удобно работать с образцами в виде тонких пленок на прозрачных подложках, либо с образцами в виде плоского слоя жидкости, ограниченного стенками измерительных кювет из различных диэлектрических материалов.

Суть работы заключается в формулировке теоретической концепции прохождения ТГц излучения через плоско-слоистые диэлектрические структуры, содержащие биомолекулы, для оценки оптических свойств данных структур в ТГц диапазоне с использованием как справочных, так и полученных в эксперименте данных. Также предлагается освоение программных методов расчета параметров плоско-слоистых диэлектриков.



Способы повышения производительности метода терагерцевой спектроскопии высокого разрешения для биомедицинских задач

Работа включает несколько основных задач - повышение чувствительности и точности метода, автоматизацию спектроскопических измерений для образцов в виде растворов. Может рассматриваться одна из задач на выбор более подробно.

Для примера, одним из способов повышения чувствительности является использование открытых высокочастотных резонаторов (ВР). ВР активно используются в ИК, видимом и УФ диапазонах для анализа одно/двухкомпонентных газов. Также известны научные работы по измерению характеристик тонких диэлектрических пленок в миллиметровом диапазоне длин волн с применением ВР.

Курсовая работа предполагает анализ литературы, изучение методов обработки результатов физического эксперимента, принципов работы с приборами, оптимизацию схемы существующей измерительной установки или разработку новой схемы, написание программного обеспечения для автоматического сбора необходимых данных и записи спектров, а также проведение тестовых измерений и, при необходимости, теоретическое обоснование полученных результатов.



Экспериментальное исследование конформеров биологических молекул с использованием методов ТГц спектроскопии

ТГц спектр биомолекул обусловлен низкочастотными колебаниями, представляющими собой коллективные движения больших групп атомов, образующих молекулу. Вследствие своей «коллективной» природы такие колебания чувствительны к пространственной структуре молекул (конформации) и их внешнему окружению. При этом конформационная гибкость биомолекул (ДНК, РНК, белки, витамины, и т.д.) напрямую связана со способностью молекулы менять взаимное расположение отдельных частей внутри структуры, и поэтому играет важную роль в биохимических реакциях.

В эксперименте можно выявить характерные полосы поглощения, отвечающие молекулам определенной конформации. Для этого нужно иметь представление о характере взаимодействий, дающих вклад в низкочастотный спектр конкретной биомолекулы, и разработать методику проведения эксперимента по выявлению «конформационных маркеров».



Изучение механизмов генерации и приема ТГц и ИК излучения с помощью квантовых полупроводниковых сверхрешеток.

Наиболее перспективными материалами для разработки источников терагерцового (ТГц) излучения и высокочувствительных приемных систем ТГц и ИК диапазонов являются квантовые полупроводниковые сверхрешетки (КПСР). КПСР представляет собой многослойную периодическую структуру, в которой за счет чередования материалов или изменяющегося легирования возникает дополнительный периодический потенциал. В периодическом потенциале энергетический спектр электронов представляется совокупностью относительно узких энергетических минизон, движение электронов в которых сильно нелинейно. Такие материалы обладают уникальными возможностями для создания приборов ТГц и ИК диапазонов. Предлагаемая работа включает себя как основные методы расчета зонной структуры и параметров КПСР, так и экспериментальные исследования созданных образцов.



Исследование динамики химических реакций с помощью методов нестационарной газовой спектроскопии ТГц частотного диапазона

ТГц спектроскопия позволяет проводить быстрые и высокоточные измерения концентраций веществ в газовой смеси. Это можно успешно применять для исследования динамики протекания химических реакций, в том числе и протекающих очень быстро - за десятки миллисекунд, и изучения не только того, как меняется концентрация того или иного продукта или промежуточного соединения, но и пути протекания и стадийность химических реакций.

В работе предполагается исследование динамики химических процессов с использованием методов нестационарной газовой спектроскопии ТГц частотного диапазона. В рамках этой работы пригодятся знания по электродинамике, квантовой физике, химии, численным методам и, возможно, желание участвовать в разработке и модификации частей измерительного комплекса.

Панкратов Андрей Леонидович

д.ф.-м.н., внс отд. 160

к. 155, т. +7 905 1913223, alp@ipmras.ru



Шумы и флуктуации в джозефсоновских устройствах. Теория и эксперимент



Аналитически, численно и экспериментально исследуются различные нелинейные флуктуационные явления в устройствах на основе джозефсоновских контактов, таких как ТГц генераторы, детекторы для считывания сигналов с кубитов, однофотонные детекторы ТГц диапазона.



В качестве моделей используются различные нелинейные дифференциальные уравнения в обыкновенных и частных производных с шумовыми источниками. Поскольку задачи являются вычислительно сложными, подразумевается написание эффективных неявных численных схем и распараллеливание под OpenMP и MPI. Экспериментальные исследования проводятся с использованием современных криостатов замкнутого цикла ИФМ РАН и Центра криогенной наноэлектроники НГТУ на температуры от 4К, от 0.3К, от 0.01 К.

Цель работы - выработать рекомендации по снижению влияния шумов и флуктуаций на конкретные устройства джозефсоновской электроники.

Люди

Денис Андреевич Рыжов

Тел.: 417–94–59

Е-mail: ryzhov@ipmras.ru

Дмитрий Аркадьевич Татарский

Тел.: 417–94–89

Е-mail: tatarsky@ipmras.ru

Сайты

ИФМ РАН



<http://ipmras.ru>

Кафедра «Физика наноструктур и наноэлектроника»



<http://www.pnn.unn.ru/>

Группа ИФМ РАН ВКонтакте



<http://vk.com/ipmras>

Адрес

ул. Академическая, д. 7, д. Афоново, Нижегородская обл., Кстовский район, 607680, Россия.

Электронный вариант сборника

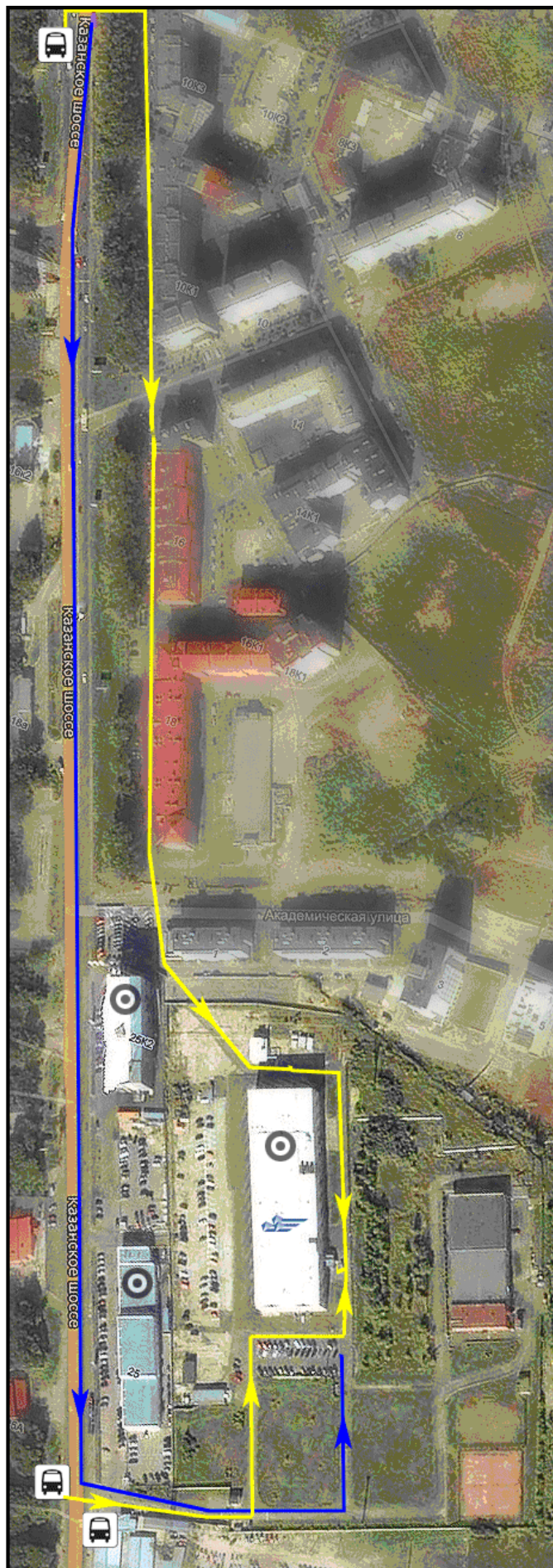
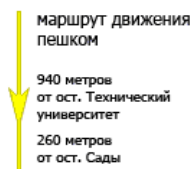
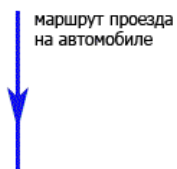
<http://www.pnn.unn.ru/UserFiles/docs/topics.pdf>



Схема проезда

ост. Технический университет

авт. 2, 4, 40, 45, 52, 58, 61, 72, 85, 90
т. 2, т. 10, т. 17, т. 18, т. 34, т. 41, т. 55, т. 57, т. 78, т. 83



АВТОКОНТИНЕНТ
автосалон Renault

ИФМ РАН

Центр Авто
автосалон Skoda

ост. Сады
авт. 4
т. 34, т. 83