

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МАКРОСКОПИЧЕСКИХ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

Куприянов Михаил Юрьевич, Ленинские горы, стр. 6

(«Модуль») +7 (495) 939-25-88

Руководители групп:

Кленов Николай Викторович (nvklenov@gmail.com),

Соловьев Игорь Игоревич

Научная группа занимается фундаментальными проблемами квантовой механики и созданием новых сверхбыстрых и сверхчувствительных приборов. В этом направлении ведутся теоретические и экспериментальные исследования процессов в металлических и молекулярных наноструктурах и устройствах на их основе. Теоретические работы сфокусированы на исследовании электронного транспорта в наноструктурах, содержащих сверхпроводящие, нормальные и ферромагнитные материалы, топологические изоляторы. Исследуются возможности создания джозефсоновских элементов магнитной памяти и спиновых вентиляей. Проводятся исследования мезоскопических неравновесных эффектов в наноструктурах со сверхпроводниками в тесном научном контакте с Университетом г.Твенте, Нидерланды; ИФТ РАН, Черноголовка; МФТИ, Долгопрудный.

СВЕРХПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ОДНОЭЛЕКТРОНИКА

Группа сверхпроводимости: Корнев Виктор Константинович,

2-68а, +7 (495) 939-43-51, kornev@phys.msu.ru

Группа одноэлектроники: Шорохов Владислав Владимирович,

2-56, shorokhov@phys.msu.ru

Уникальные физические характеристики джозефсоновских переходов и сквидов (SQUID, Superconducting Quantum Interference Device) позволяют достигать предельно высокой чувствительности в очень широком частотном диапазоне: от постоянного тока до сотен гигагерц и выше. Однако низкая линейность и малый динамический диапазон препятствуют созданию на их основе высокоэффективных широкополосных устройств, отвечающих требованиям прикладных задач. Для решения этой проблемы были разработаны и реализованы сверхпроводящие квантовые решетки (SQA, Superconducting Quantum Array), позволяющие существенно расширить (до 100 дБ) динамический диапазон линейного преобразования магнитного сигнала в напряжение (патент 2017 года с приоритетом от 2015 года). На основе таких структур были разработаны широкополосные электрически малые антенны активного типа, способные одновременно принимать и

усиливать электромагнитные сигналы в полосе от нескольких герц до десятков гигагерц (и потенциально выше). Каждая такая антенна способна заменить целый набор обычных, пассивных, антенн с ограниченной полосой принимаемых частот. Это открывает новые возможности в создания широкополосных приемных систем с прямой оцифровкой сигналов.

Значительные успехи достигнуты в экспериментальном и теоретическом изучении коррелированного транспорта электронов в наноструктурах с атомно-молекулярными квантовыми точками. Актуальность разработки и исследования таких объектов определяется одновременно как потребностью фундаментального физического познания, так и перспективами прикладных разработок уникальных сенсоров локального электрического поля и заряда, а также вычислительных устройств с атомной функциональной структурой.

**Подробнее о каждом из направлений
научных исследований можно узнать на
сайте кафедры по адресу:**

<http://affp.phys.msu.ru>

**Кафедра атомной физики,
физики плазмы
и микроэлектроники**

Отделение ядерной физики

Заведующий кафедрой:

д.ф.-м.н., проф.

Рахимов Александр Турсунович

**Основные направления
научных исследований**

<http://affp.phys.msu.ru>



ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

Руководитель лаборатории:

Рахимов Александр Турсунович

Теоретическое направление:

Рахимова Татьяна Викторовна, ГЗ зона «И»,

+7 (495) 939-49-57, TRakhimova@mics.msu.su

Экспериментальное направление:

Лопав Дмитрий Викторович, КНО, +7 (495) 939-32-43

Низкотемпературная плазма – это слабоионизованный газ, состоящий из нейтральных атомов и молекул и заряженных частиц (ионов и электронов). Данное состояние вещества достигается посредством газового разряда. Сложность полного описания газовых разрядов из базовых физических принципов делает низкотемпературную плазму интересным объектом фундаментальных физических исследований как теоретических, так и экспериментальных. В лаборатории физики плазмы исследуются объемные и поверхностные процессы в разрядах постоянного тока, высокочастотных и СВЧ-разрядах в различных зондовых и молекулярных газах с помощью оптических, зондовых и масс-спектрометрических методов измерения параметров плазмы, а также разрабатываются численные модели газовых разрядов и элементарных процессов в плазме.

Большинство этапов производства современных микро- и наноструктур (в микроэлектронике, микромеханике и т.д.) предполагает использование газовых разрядов низкого давления. Постоянное уменьшение размеров структур и усложнение их топологии требует проведения физических исследований при внедрении новых технологических процессов. Лаборатория физики плазмы в сотрудничестве с ведущими мировыми исследовательскими центрами и технологическими компаниями занимается исследованиями таких проблем как предотвращение плазменной модификации новых материалов в процессе производства микросхем, плазменная очистка зеркал, применяемых в современных литографах и др.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИЛЬНЫХ СВЕТОВЫХ ПОЛЯХ

Попов Александр Михайлович, ГЗ зона «Б» (19 этаж),

+7 (495) 939-49-54, alexander.m.popov@gmail.com

Основным направлением группы является исследование перестроенных сильным лазерным полем атомных систем и анализ усиления и генерации излучения различных частот в неравновесных плазменных каналах, созданных в газах высокоинтенсивными фемтосекундными лазерными импульсами.

Актуальность данной темы исследования обусловлена востребованностью источников излучения различных частотных диапазонов для изучения широкого круга физико-химических процессов, а также возможностью управления такими процессами. В частности, особый интерес на данный момент представляет создание источников терагерцового и субтерагерцового диапазона частот, которые находят широкое применение в таких областях как химия, молекулярная биология, медицина, а также в различных технических приложениях ввиду способности такого излучения проникать во многие материалы. Что касается более высокочастотной области спектра, то излучение таких диапазонов частот позволяет осуществлять контроль и управление процессами, происходящими в атомах и молекулах в газовых и конденсированных средах в масштабах времен порядка атомных.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕКЛАССИЧЕСКОГО СВЕТА С АТОМАМИ, МОЛЕКУЛАМИ И НАНОСТРУКТУРАМИ

Тихонова Ольга Владимировна, КВЭ к. 2-28,

+7 (495) 939-13-04, ovtikhonova@mail.ru

Одними из самых интересных объектов исследования современной квантовой оптики являются неклассические состояния электромагнитного поля. Такие состояния обладают целым рядом уникальных свойств: сильные корреляции между фотонами, «сжатие» шумов в одной из квадратур поля, наличие ненулевого орбитального момента. Все эти свойства открывают возможности для перспективных практических приложений: кодирование и передача квантовой информации, измерения с пониженным уровнем шума, сверхчувствительные фазовые и угловые измерения. Кроме того, взаимодействие таких полей с веществом может привести к качественно новым эффектам, которые ранее еще не были известны. Исследования проводятся по нескольким направлениям: управление пространственно-временными свойствами и корреляциями фотонов в ярких сжатых неклассических состояниях света; взаимодействие неклассического света с атомными системами и наноструктурами; изучение перепутывания между атомной и полевой системами в процессе их взаимодействия и создание сильно-перепутанных состояний составных систем с новыми свойствами.

ГРУППА СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭНЕРГЕТИКИ

Унтила Геннадий Григорьевич, +7 (495) 939-49-51

Группа солнечной фотоэнергетики работает в области фотовольтаники, т.е. изучает возможности прямого преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью солнеч-

ных элементов. Здесь происходит разработка и исследование новых конструкций и технологий для повышения КПД кремниевых солнечных элементов. В этом направлении была предложена и развивается перспективная инновационная конструкция кремниевого солнечного элемента (СЭ) Laminated Grid Cell (LGCell).

ФИЗИКО-ХИМИЯ АЭРОЗОЛЕЙ ГОРЕНИЯ И КЛИМАТ

Поповичева Ольга Борисовна, +7 (909) 949 71 38

В группе проводится разработка технологии анализа состава, свойства и токсичности наночастиц в окружающей среде, в эмиссиях источников аэрозолей транспортных систем, лесных пожаров, промышленных выбросов. Разрабатываются современные методики характеристики наночастиц методами электронной микроскопии, молекулярной спектроскопии и аналитической химии. Проводится оценка последствий развития нанотехнологий (нанобезопасности), оказывающих влияние на человека и окружающую среду. В лаборатории развиваются технологии анализа наночастиц в атмосфере Московского мегаполиса (на территории МГУ), в районах экологических катастроф и интенсивных пожаров (в акватории оз. Байкал, в Сибири), в регионах крупномасштабных эмиссий нефтедобычи, и в регионах Арктики, наиболее чувствительном к климатическим изменениям.

РАЗРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Гаврилов Андрей Васильевич, +7 (495) 939-08-89

Основной целью работ в этом направлении является разработка проекта «3D цифровой пациент». Работа над проектом включает создание математических методов, алгоритмов и программных комплексов для диагностики, планирования и контроля лечения пациентов. За основу берется построение виртуальных персональных моделей анатомических структур и функций органов и тканей по данным медицинских изображений, полученных от разных по физическим методам регистрации приборов (рентгеновской компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, приборов изотопной диагностики, ультразвука и пр.), функциональных и лабораторных исследований.