

# КАФЕДРА АТОМНОЙ ФИЗИКИ, ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ И МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

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

Заведующий кафедрой:

д.ф.-м.н., проф. Рахимов Александр Турсунович

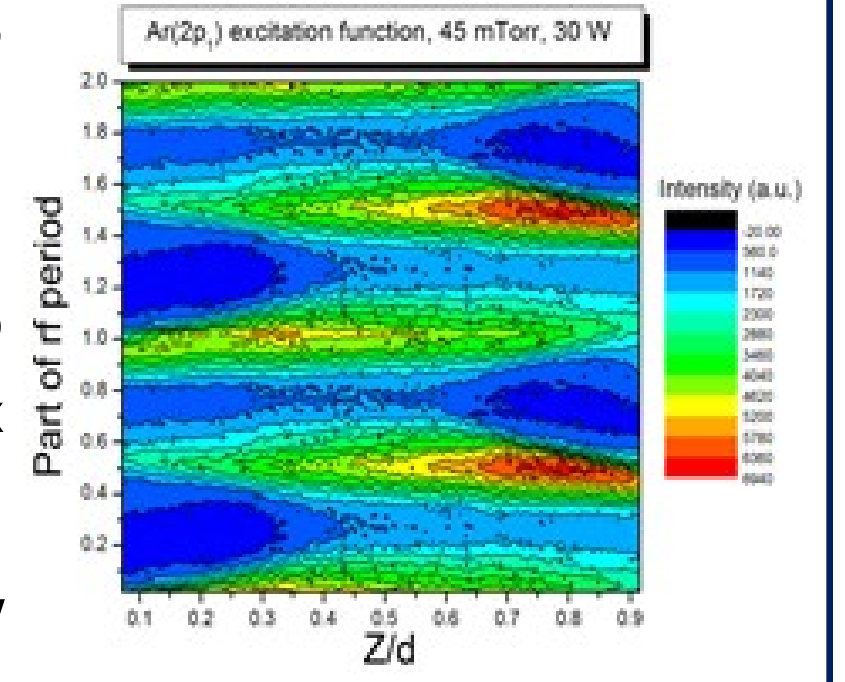
## Основные направления научных исследований кафедры

### Фундаментальные научные исследования, направленные на развитие перспективных технологий производства интегральных микросхем

Достижения современного информационного мира основаны, прежде всего, на достижениях и развитии технологий микроэлектроники. Это стало реальным благодаря внедрению в массовое производство технологий, способных обеспечить миниатюризацию транзисторов и подобных структур до субмикронного уровня вплоть до нанометров.

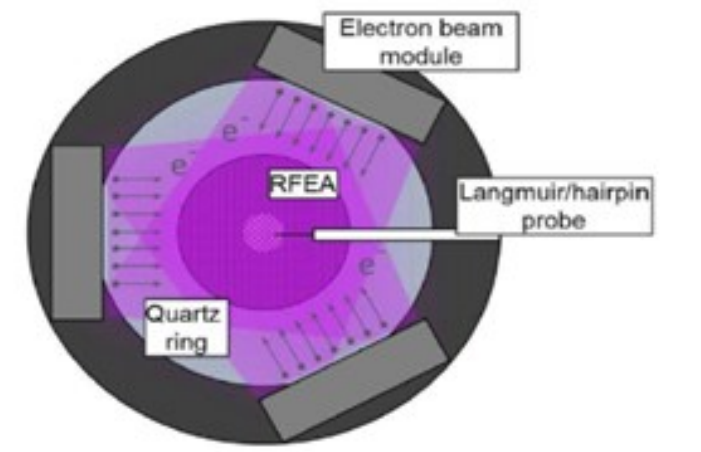
Среди этих технологий, которые активно развиваются в ведущих мировых центрах, разрабатывающих и производящих современные микросхемы (INTEL, Applied Materials, IMEC, Tokyo Electronics, Lam Research Corporation, TSMC и др.), ведущую роль играют плазменные технологии, основанные на использовании низкотемпературной плазмы газовых разрядов, как правило, высокочастотных на радио частоте и выше. Поэтому прогресс в микроэлектронике в значительной мере связан с разработкой и применением плазменных технологий. Постоянное уменьшение размеров структур и усложнение их топологии требует проведения физических исследований при внедрении новых технологических процессов.

Исследования лаборатория физики плазмы в сотрудничестве с ведущими мировыми исследовательскими центрами и Российскими производителями плазменных реакторов направлены на разработку прецизионных технологий вплоть до атомарного уровня, таких как селективная функционализация поверхности, атомно-слоевое травление и атомно-слоевое осаждение перспективных материалов микроэлектроники. Именно в этом направлении развития работают и ведущие разработчики и производители мировой микроэлектроники.



#### Основные направления исследований:

- Фундаментальные исследования и развитие плазменных методов для микро- и нано-электроники с прецизионным управлением потоком ионов, энергетическим спектром ионов и потоком активных частиц на поверхность материала (двухчастотная высокочастотная (ВЧ) плазма, ВЧ плазма с импульсным управлением, включая субмикросекундную длительность импульсов, ВЧ плазма с внешним ионизатором, реакторы вниз по потоку).
- Взаимодействие плазмы с поверхностью: фундаментальные исследования, введение новых материалов для микроэлектроники.
- Современные методы диагностики плазмы и поверхности, и современные методы моделирования процессов в плазмохимических реакторах.



Руководитель направления: профессор, д.ф.-м.н. Рахимов Александр Турсунович

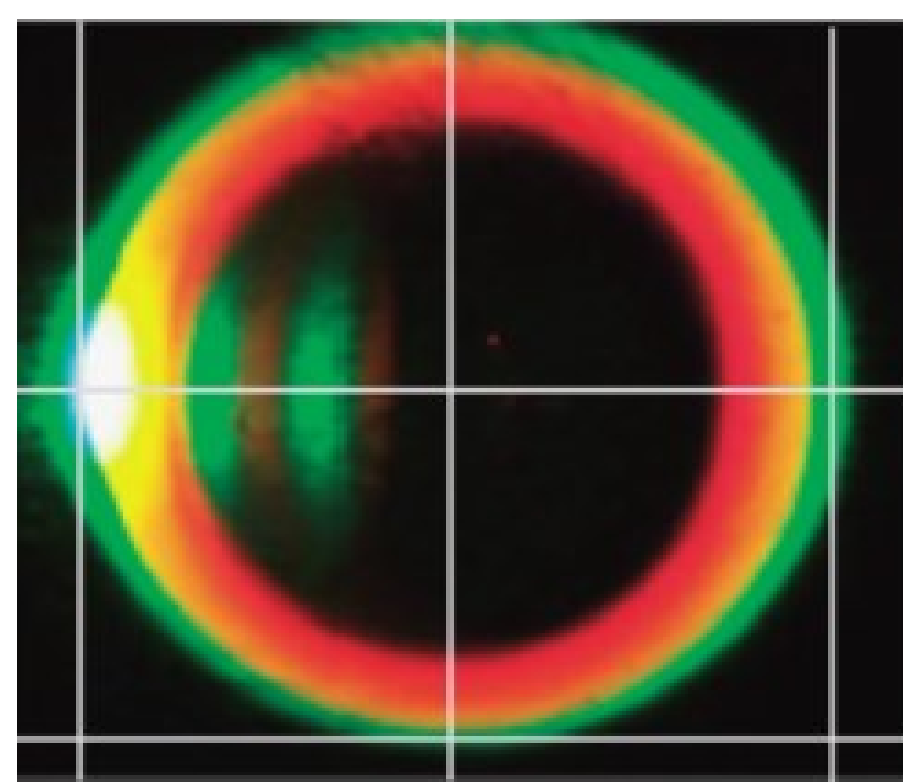
Руководитель теоретической группы: в.н.с., к.ф.-м.н. Рахимова Татьяна Викторовна, ГЗ зона «И», +7 (495) 939-49-57, TRakhimova@mics.msu.ru

Руководитель экспериментальной группы: в.н.с., к.ф.-м.н. Лопаев Дмитрий Викторович, КНО, d.lopaev@gmail.com

### Взаимодействие неклассического света с атомами, молекулами и наноструктурами

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.

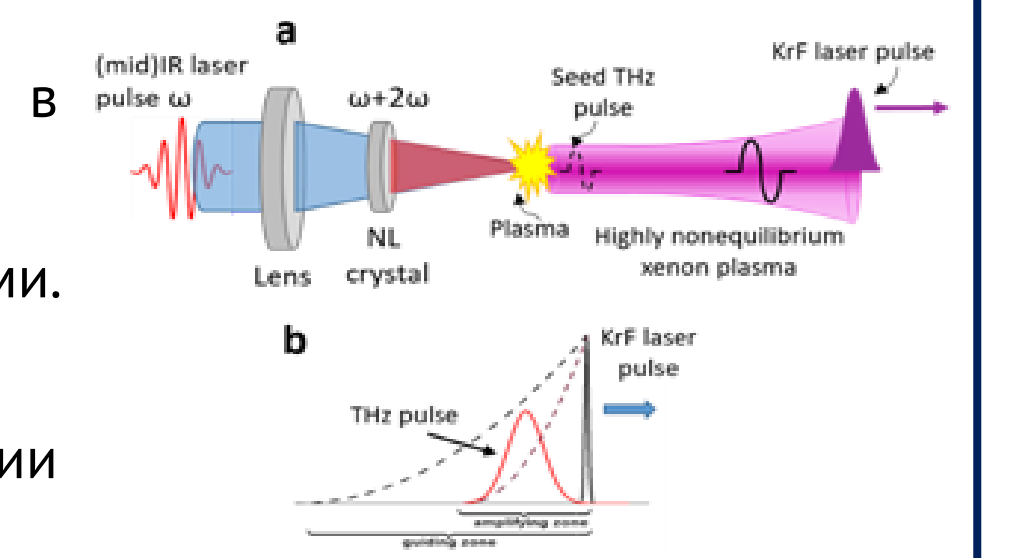


Профессор, д.ф.-м.н., Тихонова Ольга Владимировна, КВЭ к. 2-28, +7 (495) 939-13-04, ovtikhonova@mail.ru

### Взаимодействие электромагнитного излучения с диэлектрическими и проводящими средами

#### Основные направления исследований группы:

- Генерация униполярных импульсов терагерцового диапазона неравновесной фотоионизационной плазме.
- Физика взаимодействия униполярных импульсов с квантовыми системами. Задачи диагностики с использованием ультракоротких импульсов.
- Управляемое усиление терагерцовых сигналов в плазме в присутствии внешнего магнитного поля.
- Исследование и оптимизация болометрического метода детектирования широкополосных сигналов с помощью гетероструктур.
- Исследование методов преодоления радиоблокировки быстро движущихся в плотных слоях атмосферы летательных аппаратов.
- Формирование периодических нано- и микроструктур в объеме прозрачных твердых диэлектриков в ходе записи ультракороткими лазерными импульсами УФ - среднего ИК диапазона с варьируемой поляризацией.



Профессор, д.ф.-м.н., Попов Александр Михайлович, alexander.m.popov@gmail.com  
Доцент, к.ф.-м.н., Богацкая Анна Викторовна, annabogatskaya@gmail.com

ГЗ зона «Б» (19 этаж)

### Исследование и применение макроскопических квантовых эффектов

Искусственные атомы и квантовые вихри: специфика поведения электронного коллектива в сверхпроводящих материалах позволяет создавать на их основе искусственные «джозефсоновские» атомы (кубиты) и изучать особенности взаимодействия искусственного атома со сверхкоротким электромагнитным импульсом.

Профессор, д.т.н. Кленов Николай Викторович, nvklenov@mail.ru

Пост-кремниевая сверхпроводниковая технология: элементная база сигнальных, цифровых, нейроморфных и квантовых процессоров

В.н.с., д.ф.-м.н., Соловьев Игорь Игоревич, isol@phys.msu.ru

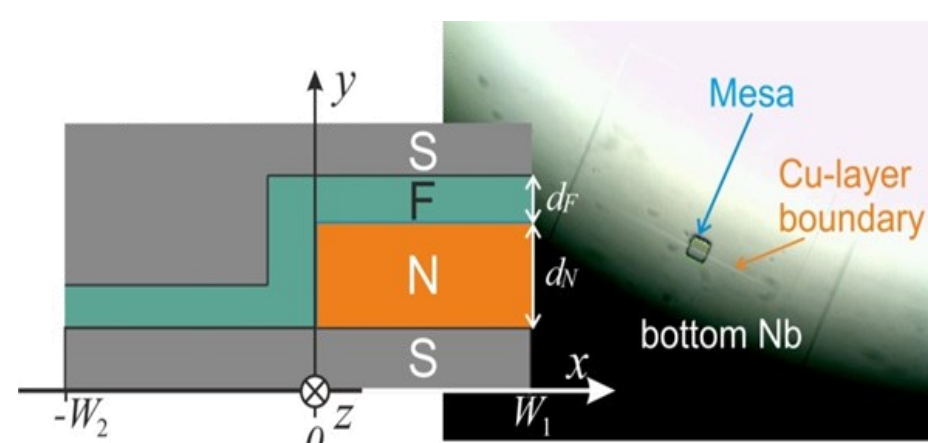
#### Сверхбыстрая магнитная память:

теоретическое и экспериментальное исследование процессов в наноструктурах со сверхпроводниками, ферро-магнетиками, топологическими изоляторами и устройствах на их основе.

Профессор, д.ф.-м.н., Куприянов Михаил Юрьевич, mkupr@pn.sinp.msu.ru

Н.с., к.ф.-м.н., Бакурский Сергей Викторович

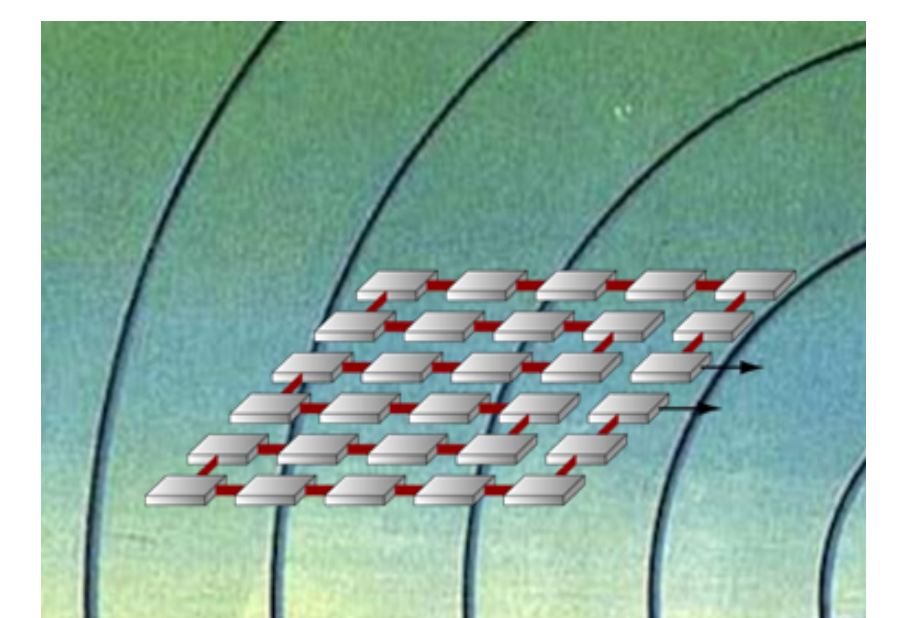
Ленинские горы, стр. 6 («Модуль») +7 (495) 939-25-88



### Сверхпроводниковая электроника

#### Макроскопические квантовые эффекты в сверхпроводниках, сверхпроводниковых микро- и наноструктурах и атомно-молекулярных системах:

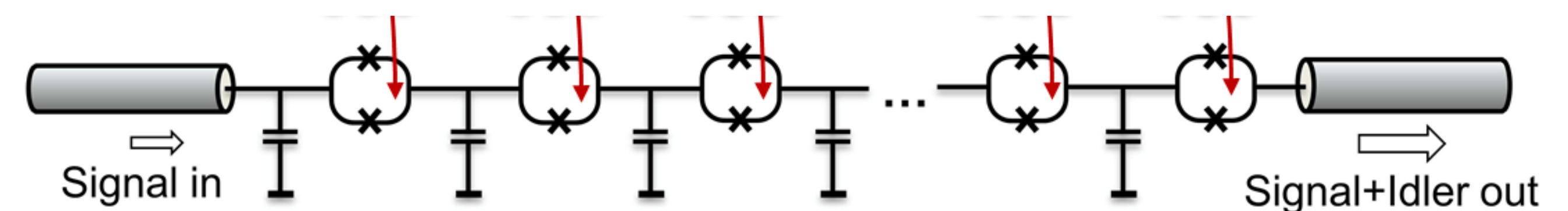
- Динамика сверхпроводниковых цепей с джозефсоновскими контактами
- Сверхпроводящие квантовые решетки
- Активные электрически малые широкополосные антенны
- Параметрические системы и усилители бегущей волны с квантовым пределом чувствительности
- Системы неразрушающего считывания сигналов квантовых устройств и однофотонных детекторов



Профессор, д.ф.-м.н., Корнев Виктор Константинович, kornev@phys.msu.ru

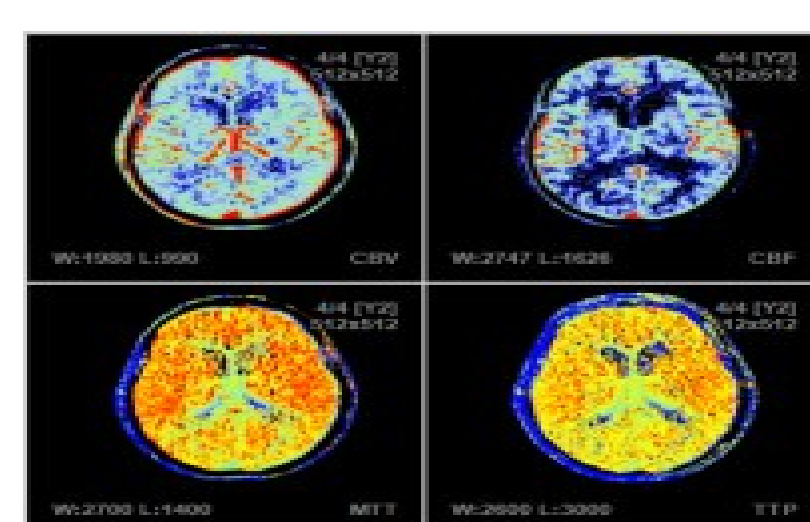
Ассистент, к.ф.-м.н., Колотинский Николай Васильевич, kolotinskij@physics.msu.ru

2-68а, +7 (495) 939-43-51



### Разработка медицинских компьютерных систем

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.

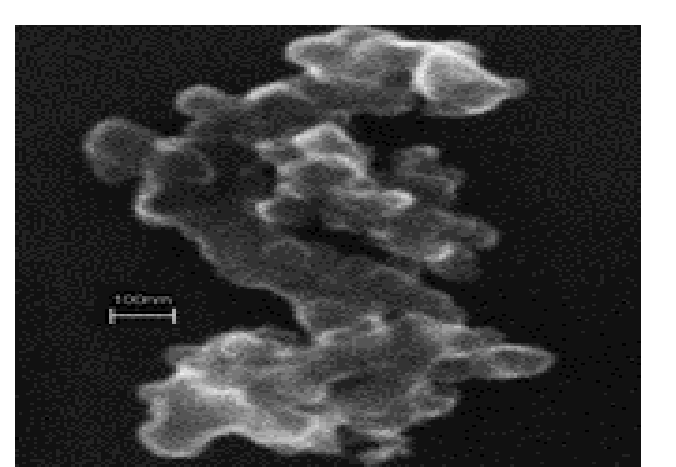


В.н.с., к.т.н. Гаврилов Андрей Васильевич

+7 (495) 939-08-89

### Атмосферные технологии в экологии наночастиц

- технология анализа состава, свойств и токсичности наночастиц в среде, в которой мы живем, и в воздухе, которым мы дышим,
- определение эмиссий источников наночастиц в загрязненной атмосфере,
- современные методы электронной микроскопии, энерго-дисперсионной спектроскопии и ИК-спектроскопии в применении к наноструктуре взвешенных частиц (аэрозоль),
- технология оценок экологических последствий эмиссий наночастиц и влияния на здоровье людей,
- оценка последствий развития нанотехнологий, оказывающих влияние на человека и окружающую среду (нанобезопасность).



В.н.с., к.ф.-м.н. Поповичева Ольга Борисовна

olga.popovicheva@gmail.com