

КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

www.solid.phys.spbu.ru

Обучение на кафедре физики твердого тела включает два направления:

011200 «Физика» и 010900 «Прикладная математика и физика» (ПМФ)

В магистратуре обучение происходит:

по направлению «Физика» по профилям:

- ☑ «Спектроскопия твердого тела»
- ☑ «Когерентные фононы и Ядерный магнитный резонанс в твердом теле»
- ☑ «Фотофизика и спектроскопия наноструктур»

Научные исследования кафедры ФТТ в ближайшее время будут развиваться по следующим направлениям:

- ☑ многоэлектронные состояния в наноструктурах различной мерности, в том числе в гибридных структурах;
- ☑ явления, связанные с магнетизмом электронов и ядер в кристаллах (фотоиндуцированный магнетизм, спиновая память в квантовых точках и других низкоразмерных системах);
- ☑ оптические свойства квантовых нитей, в том числе индивидуальных объектов;
- ☑ поляритонные эффекты в полупроводниковых микрорезонаторах (сильное взаимодействие света с веществом);
- ☑ оптика полупроводниковых наноструктур типа 0D, 1D и 2D с различными типами магнитного порядка;
- ☑ процессы самоорганизации в холодной плазме;
- ☑ оптическая характеристика реальных наногетероструктур с целью оптимизации технологии их изготовления;
- ☑ фотонные кристаллы различных типов, метаматериалы, среды с отрицательной рефракцией;
- ☑ размерные эффекты в термодинамических свойствах биополимеров;
- ☑ наноструктурированные композиционные материалы со сверхпроводящими, сегнетоэлектрическими, сегнетоэластическими и суперионными свойствами;
- ☑ взаимодействие ультразвука с гетерогенными конденсированными средами
- ☑ магнитострикционные взаимодействия в тонкопленочных структурах.

Лаборатория Оптики Твердого Тела

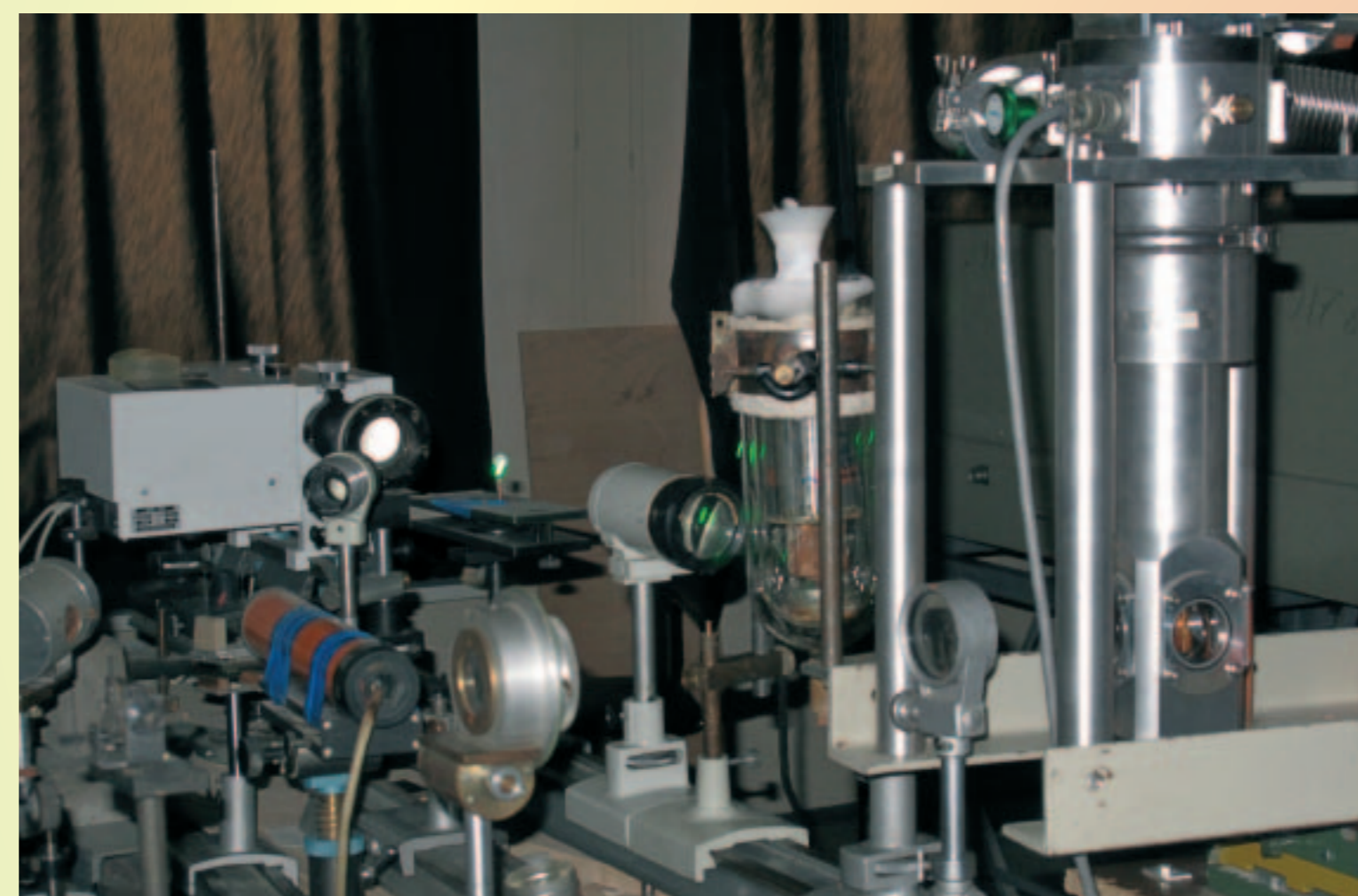
Лаборатория оптики твердого тела, как это следует из названия, занимается изучением твердого тела оптическими методами. Лаборатория оснащена оборудованием, позволяющим работать при низких температурах (от 5 К) и в широком спектральном диапазоне от ультрафиолета до инфракрасной области с применением лазеров различного типа как источников возбуждения электронной системы кристалла.

висеры, nanowires), квантовые точки (нанокристаллы, quantum dots), они же искусственные атомы.

Область применения низкоразмерных структур чрезвычайно широка — это создание высокоэффективных и миниатюрных полупроводниковых приборов и солнечных батарей, медицина, биология, лазерные технологии, системы считывания и передачи информации, а также заманчивые технологии будущего, например, квантовой компьютер.

Лаборатория занимается исследованием полупроводниковых наноструктур оптическими методами. Изучение экситонных состояний — квазичастиц, состоящих из электрона и дырки, связанных кулоновским притяжением, дает богатую информацию о полупроводниковых системах и протекающих в них процессах. Экспериментально и теоретически изучаются колебательные состояния в объемных кристаллах и нанокристаллах. Исследуются полупроводники с сильными магнитными свойствами и наноструктуры на их основе.

Современные электронные приборы работают в двойной системе, то есть единица информации байт может принимать два фиксированных значения: логический ноль и логическая единица. Уже созданы одноэлектронные транзисторы, в которых ноль или единица определяются наличием или отсутствием элементарного электрического заряда. В двойной системе можно использовать не заряд, а спин (две проекции магнитного момента электрона на некоторое направление). Решением задач



Установка для исследования спектров излучения полупроводниковых наноструктур при низких температурах (помещение 525, корпус М, здание НИИ Физики)

Основными направлениями деятельности лаборатории:

Изучаются полупроводники, в основном, полупроводниковые системы с пониженной размерностью (наноструктуры), физические свойства которых принципиально отличаются от свойств объемных полупроводников.

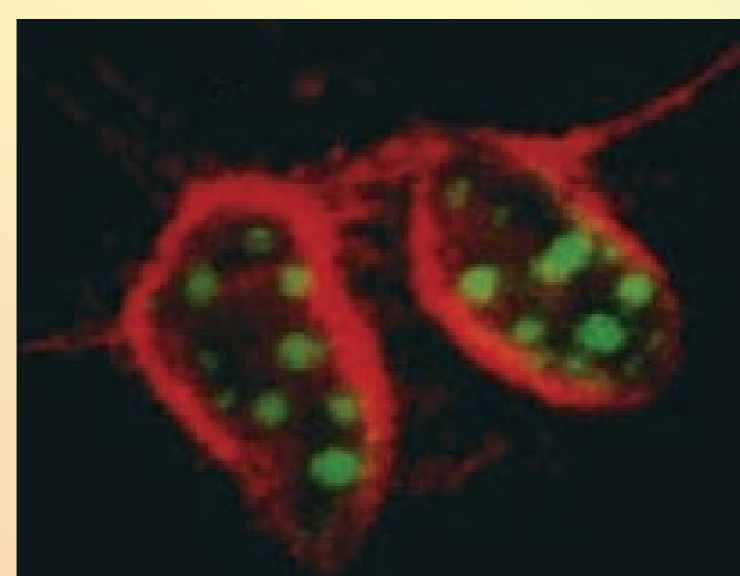
Современные технологии позволяют контролировать рост структур с точностью до одного атомного слоя (это и есть настоящие нанотехнологии). Комбинируя слои веществ разного химического состава, можно создавать разнообразные объекты — гетероструктуры, напоминающие слоеный пирог: планарные системы (сверхрешетки, квантовые ямы, quantum wells), квантовые нити (нанонити —

посозданию спин-ориентированных систем электронов, изучением спиновой памяти, взаимодействия спинового электронов и ядер в кристаллической решетке занимается новое направление — спинроника, которая хорошо представлена в лаборатории Оптики твердого тела.

Новый объект исследований – фотонные кристаллы

Фотонные кристаллы являются принципиально новым классом веществ, в которых поведение фотонных состояний (света) похоже на поведение электронов в «классическом» кристалле.

Области применения фотонных кристаллов непрерывно расширяются – это световоды, оптические компьютеры и даже технологии «стелс».

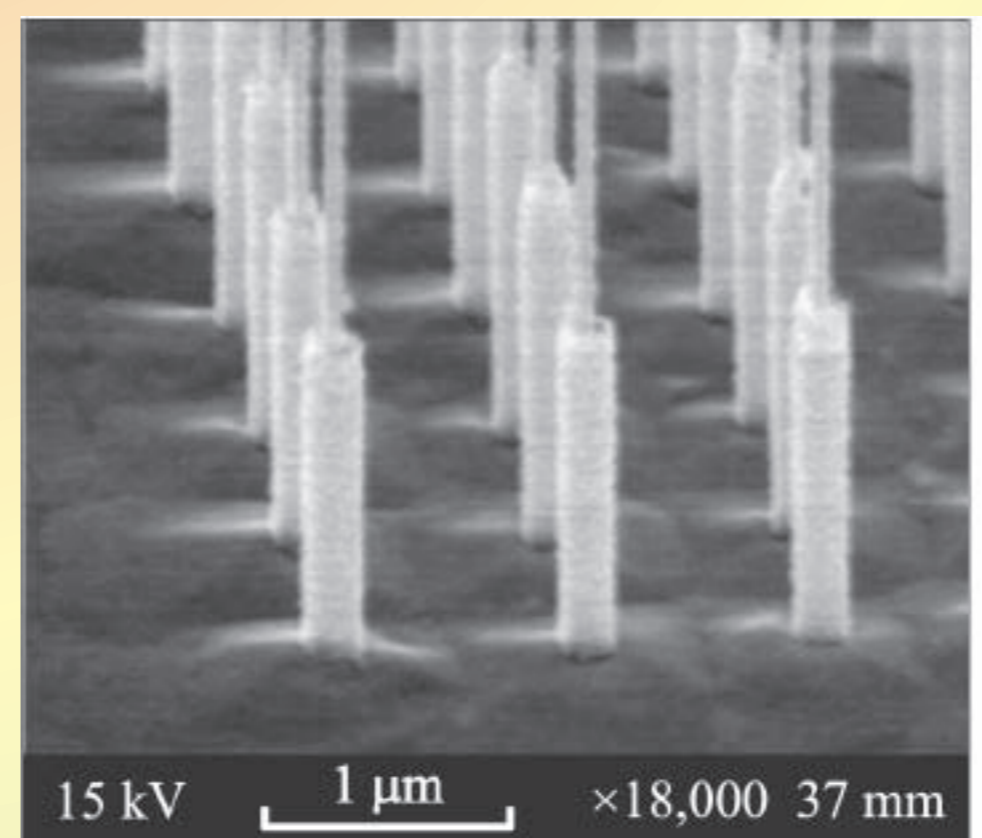


Люминесценция нанокристаллов CdS (зеленые точки) в биологической ткани

На кафедре ФТТ существуют два «оптических» магистерских профиля: «Спектроскопия твердого тела» и «Оптика полупроводниковых наноструктур и нанотехнологии».

В 2011 году в СПбГУ создан ресурсный центр «Исследование вещества лазерными и оптическими методами». Центр оснащен современной аппаратурой — лазерными источниками возбуждения, спектрометрами и системами регистрации высокого класса, другими приборами, которые позволяют проводить эксперименты по исследованию оптических свойств полупроводниковых кристаллов и наноструктур на высоком уровне.

Научные контакты кафедры ФТТ позволяют студентам старших курсов и аспирантам проходить стажировку и практику в институтах Российской Академии Наук и в известных зарубежных университетах.



Нитевидные нанокристаллы (висеры) InAs

Приглашаем студентов посетить кафедру ФТТ, ознакомиться с экспериментом, побеседовать с сотрудниками (вторник, пятница с 11 до 18 часов, НИИФ, корпус М, помещения 530, 404, 303, можно и в другие дни)

Сектор калориметрических исследований биополимеров

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) — один из наиболее информативных и мобильных методов исследования происходящих в веществе фазовых, конформационных и релаксационных переходов.

ДСК-калориметры являются, по сути, тепловыми спектрометрами, поскольку изменение теплёмкости напрямую связано с изменением молекулярной подвижности в исследуемой системе при ее нагревании/охлаждении. ДСК-калориметр позволяет измерять температурную зависимость теплёмкости вещества с программируемой скоростью.

Сектор занимается калориметрическими исследованиями биологических полимеров всех основных классов (белки, ДНК, полисахариды),

изучаются процессы теплового разрушения нативных структур, процессы формирования в них новых упорядоченных структур, переходы типа стеклование-размягчение при гидратации/дегидратации биополимеров. Основное внимание сосредоточено на проблемах, связанных с изменением тепловых свойств воды в гидратированных биополимерах в зависимости от влажности и температуры окружающей среды. Эти исследования представляют большой интерес в плане разнообразных технологических задач.

Основные исследования фазовых, конформационных и релаксационных переходов ведутся на высокочувствительном калориметре DSC-111.



Основные партнеры кафедры ФТТ

Кафедра Физики твердого тела поддерживает научные связи с целым рядом российских и зарубежных университетов

- ФТИ им А.Ф. Иоффе РАН
- НОЦ — Академический университет РАН
- Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
- Технический университет города Дортмунда (Германия)
- Университет города Лейпциг (Германия)

- Институт Макса Планка (Германия)
- Университет города Лимож (Франция)
- Университет города Гренобль (Франция),
- Институт Физики Польской АН (Польша)
- Национальный университет Чен Кун (Тайвань)

Публикации по физике твердого тела в настоящее время составляют более половины всех мировых научных публикаций в области физики. Это связано с разнообразием объектов и методов исследования, с интересом к замечательным явлениям, наблюдающимся в кристаллических наноструктурах, с важнейшим прикладным значением физики твердого тела для современной электроники (компьютеры, мобильные устройства, приборостроение, военная и бытовая техника, средства обработки и передачи информации и так далее).



Кафедра (до 1987 г. кафедра Молекулярной Физики) организована в 1938 году членом-корреспондентом АН СССР Е.Ф. Гроссом, автором ряда крупных открытий (рассеяние света на акустических колебаниях кристаллов, экситон большого радиуса в полупроводниковых кристаллах). В 1985 году приказом Министерства Высшего и специального среднего образования СССР был учрежден филиал кафедры ФТТ в Физико-Техническом Институте АН СССР.

Структура кафедры ФТТ

Лаборатория оптики твердого тела
Лаборатория квантовой акустики и ультразвуковой спектроскопии
Сектор калориметрических исследований биополимеров.
Филиал кафедры в ФТИ им А.Ф. Иоффе РАН (спектроскопия твердого тела)

Институт ФТМН

В 2012 году на Физическом факультете СПбГУ организован Институт физики твердотельных материалов и наноструктур. В состав института входят кафедры Физики твердого тела, Фотоники, Электроники твердого тела и Общей физики-2.

На кафедре Физики твердого тела вы можете заниматься как экспериментом, так и теоретическими исследованиями полупроводниковых и диэлектрических кристаллов и широкого круга твердотельных наноструктур

Выпускники кафедры работают в нашем университете, в институтах Российской академии наук, в университетах Германии, Франции, других технически развитых стран.

Лаборатория «Оптика спина» им. И.Н. Уральцева

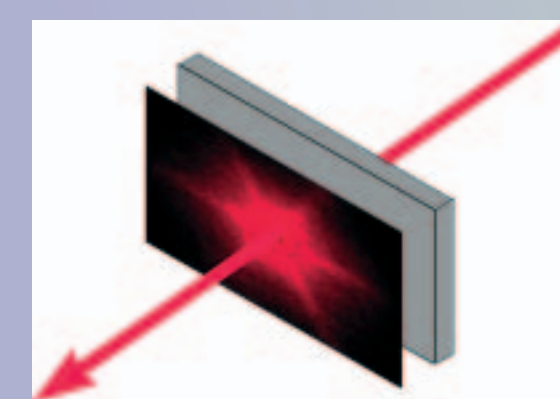
Кафедра ФТТ тесно сотрудничает с проблемной лабораторией СПбГУ «Оптика спина», организованной в рамках так называемого мегагранта. Заявка на конкурс мегагрантов подавалась по инициативе сотрудников нашей кафедры, лаборатория «Оптика спина» расположена в помещениях, переданных ей кафедрой ФТТ. Руководит лабораторией профессор Саутгемптонского университета А.В. Кавокин. Основной штат лаборатории «Оптика спина» состоит из сотрудников кафедры ФТТ и сотрудников Отделения физики твердого тела ФТИ им А.Ф. Иоффе РАН. Тематика исследований лаборатории — спиновые эффекты и поляритонные возбуждения в квантовых полупроводниковых структурах соответствует основной тематике кафедры ФТТ. Лаборатория носит имя выпускника кафедры ФТТ И.Н. Уральцева



Филиал кафедры

в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе РАН

Руководитель филиала, академик РАН А.А. Каплянский



В филиале кафедры физики твердого тела физического факультета СПбГУ в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе РАН обучаются студенты бакалавриата (3 и 4 курсы) и студенты магистратуры (5, 6 курсы).

Филиал готовит физиков, специализирующихся в области исследований полупроводников и диэлектриков, в основном, методами оптической спектроскопии. Эти методы ориентированы на исследования спектров поглощения, отражения, дифракции и люминесценции, спектров комбинационного рассеяния света. Студенты филиала получают уникальные профессиональные навыки в области изучения фундаментальных физических свойств кристаллических объектов, представляющих практический интерес в оптоэлектронике, нанопотонике, квантовой и спиновой электронике, голографии, связи и т.д.

электрические «лазерные» кристаллы, сегнетоэлектрики, сегнетоэластики, фоторефрактивные кристаллы, фуллерены, фотонные кристаллы и новый класс объектов, называемых метаматериалами.

В процессе прохождения научно-исследовательской практики в стенах ФТИ студенты имеют возможность почувствовать традиции и стиль академической науки, подготовившей за время своего существования на одно поколение выдающихся ученых. Как правило, выпускники филиала кафедры, проявившие способности и интерес к занятию наукой, рекомендуются для поступления в аспирантуру ФТИ, успешное окончание которой позволяет продолжить научную карьеру в системе Российской академии наук.

Оптическим обществом имени Рождественского учреждена медаль Гросса за выдающиеся спектроскопические исследования в области твердого тела. В 2012 году медаль Гросса присуждена академику А.А. Каплянскому, Нобелевскому лауреату академику Ж.И. Алферову, профессорам кафедры Физики твердого тела Физического факультета СПбГУ Б.В. Новикову, В.Ф. Агекяну, И.Х. Аюпян.

