

Краткие аннотации ряда специальных курсов профиля бакалавриата и магистерской программы «Конвергентные нано-, био-, информационные и когнитивные технологии»

1. Методы исследования наносистем – 1.

Лектор: кандидат физико-математических наук, доцент Васильев Александр Леонидович.

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области методов исследования реальной структуры, элементного состава и свойств наносистем, возможностей электронно-зондовых методов, физических основ методов исследования наносистем и возможностей их практического применения.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области физического материаловедения и основ взаимодействия излучения с веществом;
- обучение студентов теоретическим основам методов исследования наносистем и принципам использования установок, использующих физические методы исследования структурных свойств наносистем;
- формирование подходов к проведению студентами собственных экспериментальных исследований в области исследований нано- и био-материалов, обработке данных с использованием современных компьютерных технологий расчету и моделированию эксперимента с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий.

Перечень разделов дисциплины
1. Методы исследования наносистем. Электронная микроскопия в материаловедении.
2. Рассеяние и дифракция
3. Физические и инструментальные основы электронных микроскопов
4. Приготовление образцов
5. Дифракция электронов на кристаллических объектах. Основы кристаллографии.
6. Амплитудный и фазовый контраст. Изображение дефектов, полей напряжения.
7. Стереомикроскопия и томография.
8. Спектрометрия рентгеновского излучения и характеристических потерь энергии электронов
9. Растровая электронная микроскопия.
10. Растровая ионная микроскопия
11. Растровая электронная Оже микроскопия

2. Методы исследования наносистем – 2.

Лектор: доктор физ.-мат. наук, член-корр. РАН Квардаков Владимир Валентинович

Цель курса - освоение студентами знаний в области физики взаимодействия рентгеновского и синхротронного излучений с веществом, физических основ методов генерации синхротронного излучения и его использования для исследования структуры, элементного состава и электронных свойств наносистем и материалов, о комплиментарности рентгеновских, синхротронных и нейтронных методов.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области физических методов генерации рентгеновского, синхротронного и нейтронного излучений для исследования наносистем и материалов;

- обучение студентов физическим основам экспериментальных методов исследования наносистем и материалов с использованием рентгеновского и синхротронного излучений;
- изучение устройства и принципов работы оборудования Курчатовского источника синхротронного излучения и экспериментальных станций;
- формирование комплиментарных подходов к проведению студентами собственных экспериментальных исследований с использованием рентгеновского, синхротронного излучений и нейтронов.

Перечень разделов дисциплины	
1.	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом
2.	Генерация синхротронного излучения и его свойства
3.	Методы исследований с использованием синхротронного излучения и экспериментальные станции
4.	Взаимодополняемость рентгеновских, синхротронных и нейтронных методов

5. Методы исследования наносистем – 3.

Лектор: доктор физ.-мат. наук, доцент Константинова Елизавета Александровна.

Цель курса – освоение студентами физических основ методов исследования наносистем с использованием современных знаний и технических достижений из области радиоспектроскопии твердотельных систем пониженной размерности.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области радиоспектроскопии твердого тела применительно к твердотельным наносистемам, используемым в приложениях радиоспектроскопии, электроники, медицинской физики;
- формирование базовых знаний о современных радиоспектроскопических методах исследования наносистем;
- приобретение навыков работы на современной технике радиоспектроскопии;
- формирование у студентов подходов к выполнению исследований наносистем радиоспектроскопическими методами в рамках квалификационных работ на степень бакалавра.

Перечень разделов дисциплины	
1	Основные понятия и определения в физике наносистем
2	Основные закономерности явления электронного парамагнитного резонанса
3	Техника радиоспектроскопии
4	Теория сверхтонкого взаимодействия в наносистемах
5	Метод молекулярных орбиталей Хюккеля
6	Анизотропные взаимодействия в наносистемах
7	Релаксационные и кинетические эффекты в наносистемах
8	Явление эхо в мире спинов
9	Теория кристаллического поля. Ионы переходных металлов в полях различной симметрии
10	Магнитно-резонансные методы исследования наносистем

1. Методы исследования наносистем – 4.

Лектор: кандидат физ.-мат. наук, доцент Заботнов Станислав Васильевич.

Цель курса – освоение студентами физических основ методов исследования наносистем с использованием современных знаний и технических достижений из области оптики твердотельных систем пониженной размерности.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области оптики твердого тела применительно к твердотельным наносистемам, использующимся в приложениях оптики, электроники, лазерной и медицинской физики;
- формирование базовых знаний о современных спектральных и иных оптических методах исследования наносистем;
- приобретение навыков работы с современной спектральной техникой;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами наносистем оптическими методами в рамках квалификационных работ на степень бакалавра.

Перечень разделов дисциплины	
1	Основные понятия и определения в физике наносистем
2	Классическая оптика твердотельных макросистем
3	Оптика нанокомпозитов
4	Спектроскопия наносистем. Общие сведения
5	Энергетика пропускания и отражения света на границе раздела двух сред
6	Инфракрасная фурье-спектроскопия
7	Рассеяние света на наночастицах
8	Фотолюминесцентная спектроскопия квантоворазмерных объектов
9	Методы нелинейной оптики в исследовании наносистем
10	Поверхностные электромагнитные волны в оптике и исследовании наносистем

2. Микроэлектромеханические системы.

Лектор: доктор физ.-мат. наук, профессор Плотников Геннадий Семенович.

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной электроники. Изучение широкого круга вопросов, касающихся механизмов передачи информации в молекулярных системах. Ознакомление с принципами построения элементной базы устройств молекулярной электроники и технологическими приемами синтеза наноструктур, используемых в таких устройствах. Необходимость изучения основных принципов молекулярной электроники связана с развитием нанотехнологий и биотехнологий, которые реально позволяют конструировать и создавать материалы с заданными уникальными физическими и химическими свойствами.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области молекулярной электроники как дисциплины, интегрирующей общефизическую и общетеоретическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современных инновационных сфер деятельности;
- обучение студентов принципам и технологические приемы синтеза наноструктур, используемых в таких устройствах;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области био и молекулярной электроники в рамках выпускных работ на степень магистра.

Перечень разделов дисциплины
1. Введение. Традиционная планарная микроэлектроника, принципиальные физические ограничения ее развития. Молекулярные системы как элементная база электронных

устройств.
2. Введение. Движение носителей заряда в молекулярных кристаллах.
3. Электронная проводимость протяженных молекулярных систем.
4. Безызлучательные процессы переноса энергии электронного возбуждения.
5. Синглетные экситоны. Солитоны.
6. Молекулярные кристаллы.
7. Полимеры: структура и электрические свойства.
8. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт (ЛБ),
9. Основные экспериментальные методы изучения тонких молекулярных слоев
10. Принцип самоорганизации отдельных молекулярных компонентов интегральных схем.
11. Электронно-возбужденные молекулы органических красителей на поверхности полупроводников,
12. Электронные спектры поглощения и люминесценции адсорбированных молекул.
13. Запоминание, хранение и переработка информации на молекулярном уровне.

3. Многоуровневое моделирование.

Лектор: доктор физ.-мат. наук Зайцевский Андрей Вениаминович.

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области физических основ и методов многоуровневого моделирования технологических процессов и материалов на основе построения моделей их электронной структуры.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области моделирования структуры вещества;
- обучение студентов принципам построения низших уровней модели вещества или процесса;
- усвоение практических навыков построения модели, оптимизации соотношения «точность» / «ресурсоемкость расчета».

Перечень разделов дисциплины	
1	Общие подходы к описанию многоэлектронных систем
2	Одноэлектронные модели
3	Неэмпирическое описание электронной корреляции
4	Одночастичная матрица плотности и электронная плотность
5	Теория функционала электронной плотности (DFT)
6	Простые квантовые модели строения вещества
7	Взаимодействие вещества с внешним полем. Межмолекулярные взаимодействия и взаимодействие молекул со средой.
8	Моделирование электронных возбуждений
9	Классические модели сложных систем
10	Построение многоуровневой модели процесса или устройства

4. Молекулярная нейробиология

Лектор: кандидат биологических наук Пупов Данил Владимирович

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии, изучение механизмов передачи и реализации наследственной информации в живых системах, основных методов проведения молекулярно-биологических исследований, а также аспектов их практического применения.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области молекулярной биологии как дисциплины, интегрирующей общую биологическую и химическую подготовку физиков и обеспечивающей технологические основы современной инновационной деятельности в области биотехнологии и биоинженерии;
- обучение студентов принципам функционирования биологических систем на молекулярном уровне, исследования и создания молекулярно-биологических систем, выявление особенностей их структуры и функционирования;
- формирование подходов к выполнению исследований студентами в области молекулярной биологии в рамках выпускных работ на степень магистра.

№	Перечень разделов дисциплины
1	Введение. Основы строения и функционирования живых организмов.
2	Строение и функции белков
3	Углеводные компоненты клеток. Строение и функции.
4	Строение и свойства нуклеиновых кислот
5	Репликация ДНК
6	Процессы репарации генетических повреждений
7	Транскрипция у прокариот
8	Регуляция транскрипции у прокариот. Бактериофаги.
9	Структура и функции транспортных РНК. Генетический код.
10	Созревание мРНК в клетках эукариот. Сплайсинг.
11	Биосинтез белка. Рибосомы.

5. Основы когнитивных наук

Лектор: доктор психологических наук, член-корр. РАН Величковский Борис Митрофанович

Цель курса – Целью курса является изучение научных принципов и методов исследования когнитивных процессов, подготовка к дальнейшему профессиональному использованию этих знаний при разработке перспективных конвергентных технологий.

Задачами данного курса являются:

- ознакомление студентов с базовыми теоретическими понятиями и методическими процедурами в области когнитивных наук и технологий;
- демонстрация практического значения междисциплинарных исследований, направленных на изучение когнитивных процессов у человека;
- выработка навыков самостоятельного поиска и оценки информации в области когнитивных наук и технологий;
- подготовка к экспериментальным исследованиям когнитивных процессов у человека в кооперации с представителями когнитивных наук – антропологами, психологами, лингвистами, физиологами, разработчиками систем искусственного интеллекта и робототехники.

	Перечень разделов дисциплины

1	История и современное состояние когнитивных исследований
2	Сенсорные системы и процессы восприятия
3	Внимание и проблема сознания
4	Структура памяти и процессы обучения
5	Концептуальные структуры, язык и речевое общение
6	Архитектура интеллекта человека
7	Методы когнитивных исследований
8	Примеры и перспективы практического применения в конвергентных технологиях