**Специальность: Нанотехнологии и наноматериалы в электронике**

***Квантовая механика и статистическая физика***

Цель преподавания дисциплины - приобретение знаний о фундаментальных физических законах, лежащих в основе поведения микрочастиц, в том числе и систем из них; формирование навыков решения простейших задач квантовой механики и классической статистической физики; расчет модельных задач твердотельной электроники, включая микро- и наноэлектронику, с помощью методов квантовой механики и классической статистической физики; изучение принципов и законов квантовой механики при описании поведения микрочастиц в различных условиях; овладение методами анализа (избирательно применять либо законы квантовой механики, либо законы классической статистической физики) при анализе систем микрочастиц.

 ***Материалы электронной техники и технология их получения***

Цель преподавания дисциплины – изучение особенностей внутреннего строения вещества. Классификация материалов по фазовому составу, свойствам и техническому назначению. Методы и технологии выращивания поли- и монокристаллов, создания аморфных и композитных материалов. Физическая природа электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов. Характеристика проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике. Характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе. Классификация, применение диэлектриков. Основные физические процессы в диэлектриках (поляризация, удельная проводимость, диэлектрические потери, пробой) и способы их описания. Активные и пассивные диэлектрические материалы и элементы на их основе. Магнитные материалы и элементы общего назначения. Тонкопленочная технология и используемые в ней материалы. Толстопленочная технология и используемые в ней материалы. Материалы полупроводниковых интегральных микросхем.

***Основы твердотельной электроники***

Цель преподавания дисциплины – изучение физики работы электронно-дырочного перехода, выпрямляющих, туннельных, лавинно-пролетных диодов и диодов Шоттки. Структура, основные статические вольтамперные характеристики и параметры маломощных и мощных биполярных транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим р-n–переходом и затвором Шоттки, транзисторы на структурах металл-окисел-полупроводник (МОП). Тиристоры. Методы измерения, обработки и представления результатов измерения электрических и тепловых параметров полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

***Физика конденсированного состояния***

Цель преподавания дисциплины – определение понятия конденсированного состояния. Жидкости, твёрдые тела, их характеристика. Кристаллическое и аморфное состояния твёрдого тела, их характеристика. Структура и симметрия твердых тел. Обратная решетка. Рассеяние волн в кристаллах. Упругие свойства кристаллов. Колебания кристаллической решетки. Фононы. Электронные состояния в кристаллах. Зонная структура полупроводников. Типы дефектов и соответствующие им дефектные уровни в запрещенной зоне полупроводника. Статистика электронов и дырок в металлах и полупроводниках. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Уравнение электронейтральности. Кинетические явления в кристаллах. Уравнение Больцмана и его применение в частных случаях: электропроводность, гальвано- и термоэлектрические и магнитные эффекты. Механизмы рассеяния носителей заряда. Оптические явления в твердых телах. Оптические константы и механизмы поглощения. Неравновесные электронные процессы в полупроводниках. Уравнение непрерывности. Амбиполярные диффузия и дрейф носителей заряда. Механизмы рекомбинации носителей заряда. Некристаллические твердые тела, их электронная структура. Механизмы электропроводности в неупорядоченных средах. Диэлектрические свойства твердых тел. Механизмы поляризации и электропроводности в диэлектриках. Магнитные свойства кристаллов. Сверхпроводимость.

***Компьютерное моделирование, расчет и проектирование изделий микро- и наноэлектроники***

Цель преподавания дисциплины – изучение назначения систем автоматизированного проектирования и их роли в современной науке и технике. Инструментарий систем автоматизированного проектирования (САПР). Иерархия систем автоматизированного проектирования в микроэлектронике. Особенности методов систем автоматизированного проектирования сверхбольших интегральных микросхем. Назначение и характеристики основных систем автоматизированного проектирования в микро- и наноэлектронике. Физические модели технологических операций микро- и наноэлектроники и их численная реализация. Построение чертежа электрической схемы. Основы логического моделирования цифровых и аналоговых интегральных микросхем.

***Методы исследования микро- и наносистем***

Цель преподавания дисциплины – изучение таких методов определения состава, структуры твердых тел и концентрационных профилей по основным и примесным компонентам, как электронная и ионная спектроскопия: фотоэлектронная спектроскопия, ультрафиолетовая, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, Оже-спектроскопия, ядерный магнитный резонанс, электронный парамагнитный резонанс, мессбауэровская спектроскопия. Изучение дифракционных методов анализа кристаллической структуры: рентгеновский анализ, электронография. Электронно-микроскопические методы исследования: просвечивающая и растровая электронная микроскопия. Анализ поверхности сканирующими зондами – туннельная и атомно-силовая микроскопия. Рамановская спектроскопия. Основные методы измерения электрофизических параметров твердотельных микроструктур: удельное сопротивление, подвижность и время жизни носителей заряда, тип проводимости, концентрация носителей заряда, параметры глубоких центров в полупроводниках. Оптические методы исследования полупроводниковых микро и наносистем. Определение параметров диэлектрических структур.

***Методы получения наночастиц***

Цель преподавания дисциплины – изучение классификации и общая характеристика методов получения наночастиц. Вакуумные методы получения наночастиц. Синтез наночастиц в парогазовой среде. Факторы, определяющие скорость образования наночастиц в газовой среде, их состав и структуру. Особенности формирования наночастиц в газоразрядной плазме. Синтез наночастиц в жидких средах. Роль исходных компонентов и температуры жидкой среды. Особенности жидкостных электрохимических процессов – катодные и анодные процессы в формировании наночастиц. Формирование наночастиц в объеме и на поверхности твердых тел. Самоорганизация в твердых телах и на их поверхности. Методы разделения наночастиц по размерам и форме.

***Нанотехнологии в производстве изделий электронной техники***

Цель преподавания дисциплины – изучение современного состояния нанотехнологиий. Подходы «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Химическое осаждение из газовой фазы. Основы процессов массопереноса и химической кинетики. Легирование и автолегирование. Современное оборудование для эпитаксии из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанотехнологии на основе сканирующих зондов. Методы зондовой инженерии. Саморегулирующиеся процессы. Самоорганизация в объемных материалах. Самосборка. Осаждение пленок Лэнгмюра-Блоджет. Методы формирования наноразмерных изображений. Нанолитография. Нанопечать. Формирование и основные свойства наноструктурированных материалов. Методы получения и свойства пористого кремния. Основные области применения пористого кремния в электронике. Методы получения и свойства пористого анодного оксида алюминия. Основные области применения пористого оксида алюминия в наноэлектронике. Типы и методы получения и свойства углеродных наноструктур – фуллеренов, графена, углеродных нанотрубок.

***Физика низкоразмерных систем***

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний о фундаментальных физических основах наноэлектроники, закономерностях и механизмах переноса носителей заряда в системах пониженной размерности, об электрических, оптических, магнитных, механических свойствах низкоразмерных систем, о принципах построения нового поколения сверхминиатюрных супербыстродействующих приборов и устройств.

Энергетический спектр электронов на поверхности твердого тела. Состояния в области пространственного заряда. Концентрация носителей заряда и изгиб зон. Захват и рекомбинации носителей заряда с участием поверхностных электронных состояний. Методы исследования параметров поверхности твердого тела. Фундаментальные электронные явления в низкоразмерных структурах: квантовое ограничение (классификация низкоразмерных структур по критерию проявления квантового ограничения в них на квантовые точки, квантовые шнуры и квантовые пленки), баллистический транспорт носителей заряда, туннелирование, спиновые эффекты. Методы моделирования фундаментальных электронных свойств низкоразмерных структур. Элементы низкоразмерных структур: свободная поверхность и межфазные границы, сверхрешетки, моделирование атомных конфигураций. Структуры с квантовым ограничением внутренним электрическим полем: квантовые колодцы, модуляционно‑легированные структуры, дельта‑легированные структуры. Структуры с квантовым ограничением внешним электрическим полем: структуры металл/диэлектрик/полупроводник, структуры с расщепленным затвором. Особенности переноса носителей заряда через низкоразмерные структуры: баллистический транспорт и интерференционные эффекты, квантование проводимости низкоразмерных проводников, квантовый эффект Холла (интегральный и дробный), одноэлектронное и резонансное туннелирование, спин зависимый транспорт носителей заряда. Рекомбинация носителей заряда и люминесценция в низкоразмерных структурах. Магнитные свойства низкоразмерных структур

***Электрохимия***

Цель преподавания дисциплины - изучение физико-химических свойств конденсированных ионных систем, а также процессов и явлений на границах раздела фаз с участием заряженных частиц (электронов или ионов). Электрохимия охватывает все формы взаимодействия между подвижными заряженными частицами в конденсированных фазах — как в состоянии равновесия, так и при протекании реакций на границе раздела и в объеме фаз. Актуальность дисциплины определяется необходимостью разработки современных технологических процессов осаждения покрытий и наноразмерных структур из материалов различного состава, а также возможностью формирования наноструктурированных оснований различного функционального назначения. Формирование базовых знаний в области электрохимии позволит осуществлять разработку и синтез новых электродных материалов для литий-ионных аккумуляторов транспортного назначения и новых, экологически чистых химических источников электрической энергии (электрохимических генераторов, топливных элементов); решить проблему фотоэлектрохимического разложения воды. И одна из основных тенденций — это *переход от макро- к микро- и нанотехнологиям*, т.е. управления на уровне ансамбля молекул или даже нескольких молекул. Развитие электрохимических нанотехнологий применительно к процессам обработки, получения новых материалов, процессам электрокатализа и борьбы с коррозией — важнейшая тенденция настоящего периода.

***Поверхностные и контактные явления в интегральных схемах***

Цель преподавания дисциплины - изучение физики поверхности полупроводников и методов исследования поверхностных характеристик, отражающих явления и процессы, происходящие на границе раздела «полупроводник − внешняя среда» и влияющих на работу полупроводниковых приборов и микроэлектронных устройств.

***Оптоэлектроника***

Цель преподавания дисциплины – изучение способов описания и характеристик электромагнитного излучения. Электро-, магнито- и акустооптические эффекты. Оптические методы обработки и передачи информации. Принципы и компоненты интегральной оптоэлектроники. Гетероструктуры и квантоворазмерные эффекты в полупроводниках. Оптические переходы, правила отбора. Механизмы поглощения, излучательная рекомбинация и фотоэлектрические эффекты. Зонная структура полупроводниковых твердых растворов. Полупроводниковые лазеры. Спонтанные и вынужденные переходы, оптические характеристики веществ. Усиление и генерация излучения, методы создания инверсии. Условие самовозбуждения, порог генерации лазеров. Стационарная и нестационарная генерация. Резонаторы оптического диапазона. Свойства, распространение и преобразование лазерных пучков. Оптические волноводы. Источники некогерентного излучения – светоизлучающие диоды. Фотоприемники, приборы управления оптическим излучением. Устройства обработки и хранения информации.

***Наноэлектроника***

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний о фундаментальных физических закономерностях явлений в наноразмерных твердотельных структурах, преимущественно на полупроводниковых материалах, о технологических методах создания наноразмерных структур (о нанотехнологии), об их электронных, магнитных, оптических свойствах и о возможностях их применения в интегрированных системах обработки информации

***Нанофотоника***

Цель преподавания дисциплины - изучение разных форм излучения, которые создаются частицами света, то есть фотонами. Освоение физических основ принципов и методов фотоники и оптики наноструктур. Изучение современных представлений об основных физико-математических моделях, лежащих в основе процессов взаимодействия оптического излучения с нанообъектами, изучение технологии изготовления наноструктур, современные и перспективные области их применения, на конкретных примерах получить опыт решения задач в области нанофотоники.

***Молекулярная электроника***

Цель преподавания дисциплины - изучение объектов молекулярной электроники, типы связей и взаимодействий в молекулярных системах, их структурные особенности, функциональность отдельных молекул и молекулярных блоков. Электронные, оптические и магнитные свойства графена, углеродных нанотрубок, фуллеренов, молекул ДНК и других органических молекул. Электронные свойства границ раздела молекула/металл, молекула/полупроводник, молекула/диэлектрик. Перенос носителей заряда через молекулярные структуры. Молекулярные электронные, спинтронные и оптоэлектронные элементы информационных систем. Методики расчета электронной структуры молекул и построением устройств получения, хранения, обработки и передачи информации на их основе.

***Информационные технологии***

Цель преподавания дисциплины - формирование знаний и навыков физико-математического моделирования основных технологических процессов и элементов современных интегральных микросхем, изучение и овладение современными системами компьютерного проектирования в микроэлектронике и приобретение практических навыков технологического и схемотехнического проектирования и моделирования интегральных микросхем (ИМС).