

Наименование дисциплины	Нанoeлектроника
Цели освоения дисциплины	
Сформировать теоретические и практические основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании элементов, приборов и устройств нанoeлектроники. Подготовить специалиста способного самостоятельно организовать технологический процесс с учетом современных знаний в области нанoeлектроники. Обобщить знания студентов в области физико-химических процессов, унифицировать знания и умения обучающихся в сфере выбора оптимального набора средств для описания свойств и характеристик наноразмерных структур, выработать навыки работы в коллективе (малых группах), повысить уровень их квалификации и мастерства в области профессиональной деятельности, стимулируя их стремление к саморазвитию. Сформировать знания в области современных тенденций развития электроники и нанoeлектроники.	
Место дисциплины в структуре ООП	
Дисциплина «Нанoeлектроника» является дисциплиной по выбору, относящейся к вариативной части Блока 1 программы подготовки по направлению «Химическая технология» профиля «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»	
Основное содержание	
<p>Модуль 1. Введение. Основные положения и определения.</p> <p>Общие сведения о наноструктурах и наноматериалах, Характерные особенности нанотехнологий и наноматериалов (морфологическое многообразие, самоорганизация и сборка, специфические физические и химические свойства), виды и классификация наноразмерных структур и технологий их получения, ознакомление с объектом исследования данного курса - наноразмерным полевым транзистором, канал которого представлен только одним электронным уровнем на котором находится один единственный электрон. Рассмотрение первостепенных задач при описании характеристик элементов сверхмалых размеров. Понятие кванта кондуктанса. Вольтамперные характеристики нанотранзистора, их внешний вид и причина возникновения порогового напряжения на сток- затворной характеристике. Понятие равновесной диаграммы энергетических уровней. Причина возникновения электрического тока при малых напряжениях.</p> <p>Модуль 2. Физические методы изучения электронных характеристик полупроводниковых материалов.</p> <p>Общие характеристики методов исследования материалов, подтверждающие существование зонной энергетической структуры вещества: фотоэлектронные методы с использованием УФ – излучение, рентгеновского излучения, фокусированных электронных пучков, рентгеновская абсорбционная спектроскопия, рентгеновская флуоресценция, электронно-зондовых микроанализ. Понятие электрохимического потенциала. Физические принципы методик, позволяющей определить электрохимический потенциал материала. Функция Ферми – физический смысл и ее роль в описании свойств наноразмерных полупроводниковых материалов и приборов. Рассмотрение равновесных диаграмм энергетических уровней.</p> <p>Модуль 3. Изучение свойств и характеристик наноструктуры (на примере полевого нанотранзистора в рамках модели самосогласованного поля, независимых уровней и кулоновской блокады).</p> <p>Вывод выражений для токов, протекающих через электроды одноуровневого нанотранзистора и их связь с концентрацией электронов внутри канала. Анализ выражения для тока (потоков заряженных частиц) одноуровневого нанотранзистора в стационарном состоянии, полученного из рассмотрения взаимосвязи токов, втекающих и вытекающих из канала. Модель уширения электронного уровня. Виды плотности электронных состояний в канале нанотранзистора. Функция Лоренца. Влияние величины γ на распределение плотности состояний. Результаты учета эффекта влияния уширения электронного уровня на величины тока и концентрации электронов в канале нанотранзистора. Емкостная модель работы нанотранзистора и каскада на его основе. Использование емкостной модели для расчета потенциала Лапласа в канале нанотранзистора. Обобщенный алгоритм расчета вольтамперной характеристики нанотранзистора. Эффект Кулоновской блокады. Задача об электрон - электронном взаимодействии (в рамках приближения</p>	

Хартли). Рассмотрение вырожденных по спину уровней, эффект расщепления плотности состояний, понятие одноэлектронной энергии электростатического отталкивания. Особенности описания электронной проводимости малых и больших проводников (каналов нанотранзистора). Технологическая модель нанотранзистора с большим числом энергетических уровней. Общие подходы к описанию механизмов рассеяния носителей зарядов в структурах малых размеров, механизмы диссипации энергии, как средство в переходе в закону Ома. Многоуровневые проводники – модель некогерентного квантового транспорта.

Формируемые компетенции

- способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)

Образовательные результаты

Знания: общие черты и элементы отличия нанотранзистора с макроскопическим полевым транзистором. первостепенные задачи при описании характеристик элементов сверхмалых размеров. причины возникновения порогового напряжения на сток-затворной характеристике. понятие кванта кондактанса. причины возникновения электрического тока при малых напряжениях. методы исследования материалов, подтверждающие существование зонной энергетической структуры вещества. понятие электрохимического потенциала. физический смысл функция Ферми и ее роль в описании свойств наноразмерных полупроводниковых материалов и приборов. модель уширения электронного уровня для нанотранзистора с одним электронным уровнем и единственным электроном, находящимся на нем. виды плотности электронных состояний в канале нанотранзистора. результаты учета эффекта уширения электронного уровня на величины тока и концентрацию электронов в канале нанотранзистора. первопричину появления потенциала внутри канала нанотранзистора. обобщенный алгоритм расчета вольтамперной характеристики нанотранзистора. понятия и определения нанотехнологии и наноматериалов. Общие черты и элементы отличия нанoeлектроники от макротехнологического подхода к организации процесса производства изделий электроники;

Умения: рассчитывать характеристики наноразмерного полевого транзистора. строить вольтамперные характеристики полевого транзистора, в том числе и наноразмерного. строить равновесные диаграммы энергетических уровней. на основе модельных диаграмм энергетических уровней рассматривать электропроводность материала нанотранзистора. выводить выражения для токов, протекающих через электроды одноуровневого нанотранзистора и их связь с концентрацией электронов внутри канала. анализировать выражения для тока одноуровневого нанотранзистора в стационарном состоянии, полученного из рассмотрения взаимосвязи токов, втекающих и вытекающих из канала. применять функцию Лоренца с целью расчета плотности электронных состояний рассчитывать на примерах линейного отклика профиль распределения потенциала в канале и прогнозировать его влияния на форму вольтамперной характеристики нанотранзистора. вводить и рассматривать результаты емкостной модели для рассмотрения работы нанотранзистора с одним единственным электроном в канале, расположенном на уровне с определенной энергией. использовать емкостную модель для расчета потенциала Лапласа в канале нанотранзистора. рассчитывать характер влияния потенциала в канале нанотранзистора на плотность электронных состояний, а также его влияние на величину тока и концентрацию электронов;

Владение: методами расчета нанoeлектронных приборов, методами исследования физических свойств наноструктур, методами теоретического анализа физических процессов нанoeлектроники; терминологий квантовой механики с целью описания характеристик квантоворазмерных структур нанoeлектроники; практическими навыками расчета закономерностей квантования зонного электронного спектра. практическими навыками использования различных моделей работы транзисторных структур (транзисторных каскадов) для описания их свойств и характеристик (модель источника тока, модель активного четырехполюсника, модель Эбера-Молла, модель передаточной функции, емкостная модель наноструктуры)

Взаимосвязь дисциплины с профессиональной деятельностью выпускника

Дисциплина «Нанoeлектроника» в современных условиях инновационного развития экономики и производства позволит выпускнику применять современные интенсивные нанотехнологические процессы в производстве изделий электроники и нанoeлектроники. Это позволит не только интенсифицировать производство тех или иных изделий, но и совершить скачок в технологических параметрах и качестве будущих электронных приборов.

Освоение дисциплины обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности в следующих областях: производственно-технологической, научно-исследовательской.

Ответственная кафедра

Кафедра технологии приборов и материалов электронной техники

Начальник УМУ _____



Н.Е. Гордина