

Программа
вступительного испытания при приёме в магистратуру
по направлению «Электроника и наноэлектроника».

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ СОБЕСЕДОВАНИЯ

Цель собеседования — выявление уровня профессиональной направленности и склонности поступающего к выбранному направлению магистратуры.

Задачи собеседования:

1. выявление у поступающего в магистратуру представлений о его будущей профессиональной деятельности;
2. выявление социальных установок, способности владеть культурой мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации;
3. анализ результатов собеседования и оценка достижений поступающего на момент поступления.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

1. Проведение организационного собрания поступающих в магистратуру с целью доведения даты, времени и места проведения собеседования профильной направленности, а также льготных условий приема и др.
2. Оформление необходимых документов поступающих в магистратуру на льготных условиях.

СОДЕРЖАНИЕ СОБЕСЕДОВАНИЯ

1. Поступающие проходят собеседование на русском языке.
2. Собеседование профильной направленности проводится по следующим разделам:
 - Физика полупроводников и низкоразмерных систем;
 - Твердотельная электроника, контактные явления в полупроводниках;
 - Микроэлектроника;
 - Наноэлектроника.

Раздел 1

Физика полупроводников и низкоразмерных систем

1. Типы химической связи. Силы Ван-дер-Ваальса, ионная, ковалентная, металлическая и водородная связи. Классификация твердых тел по характеру сил связи. Заполнение энергетических зон. Диэлектрики, полупроводники, металлы. Проводимость различных типов твердых тел.
2. Энергия и движение электрона в твердом теле. Энергетический спектр электронов в кристалле. Уравнение Шредингера для кристалла. Общая постановка задачи. Зонная структура твердого тела в модели Кронига – Пенни. Закон дисперсии. Закон дисперсии. Основные типы зонной структуры полупроводников. Зонная структура Si, Ge, GaAs. Изознергетические поверхности.
3. Легирование полупроводников. Донорная и акцепторная проводимости. Компенсированные и сильно легированные полупроводники. Элементарная теория электропроводности (электронной и дырочной) полупроводников. Подвижность, длина свободного пробега, время релаксации.
4. Квазиимпульс. Движение носителей в электрическом поле. Связь между силой и ускорением. Тензор обратной эффективной массы. Дырка. Эллипсоид эффективной массы. Продольная и поперечная эффективные массы. Изознергетические поверхности: радиус-вектор и нормаль к поверхности. Электроны в тепловом равновесии. Вырождение. Механизмы рассеяния носителей заряда. Зависимость подвижности и длины свободного пробега электрона от температуры для собственных и примесных полупроводников.
5. Функция распределения Ферми. Уровень химического потенциала. Плотность состояний. Концентрация носителей в энергетической зоне. Плотность состояний. Заселенность уровней. Собственные полупроводники. Положение уровня Ферми. Собственные полупроводники. Эффективная масса плотности состояний. Примесные полупроводники. Уравнение электронейтральности. Примесные полупроводники. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках.
6. Гальваномагнитные и термомагнитные явления. Эффект Холла. Магнитосопротивление. Оптические свойства полупроводников. Генерация и рекомбинация носителей. Фотопроводимость. Спектр поглощения и фоточувствительность. Механизмы поглощения света в полупроводниках (межзонное, примесное, экситонное, на свободных носителях). Оптические свойства низкоразмерных структур. Межзонное и внутризонное поглощение света квантовой ямой.

Раздел 2

Твердотельная электроника. Контактные явления в полупроводниках

1. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Выпрямление на контакте двух металлов, металла и полупроводника. Контакт электронного и дырочного полупроводников. Выпрямление на p-n переходе. Полупроводниковые диоды. Выпрямительные и импульсные диоды. Туннельные диоды, диоды Шоттки, Ганна.
2. Биполярные транзисторы. Структура и принцип действия. Основные параметры и характеристики транзисторов, их зависимость от температуры и режима.
3. Эффект поля. Поверхностные состояния. Гетеропереходы. Полевые транзисторы: с МДП-структурой, с p-n переходом, с барьером Шоттки. Принцип действия. Модуляция длины канала. Основные параметры и характеристики полевых транзисторов. Эффекты короткого канала.
4. Оптоэлектронные приборы. Назначение и области применения. Фотоприемники: фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Полупроводниковые излучатели: светодиоды, лазеры. Оптроны. Полупроводниковые резисторы и преобразователи.

Раздел 3

Микроэлектроника

1. Интегральные схемы (ИС). Классификация ИС по конструктивно-технологическому и функциональному признакам. Основные направления создания ИМС. Полупроводниковые ИМС. Физические и технологические основы формирования локальных областей с заданными свойствами в объеме и на поверхности полупроводника. Планарная и объемная технологии производства ИС. Пределы микроэлектроники. Закон Мура. Факторы ограничивающие предельные размеры микроэлектронных приборов. Фундаментальные физические ограничения и законы скейлинга. Пределы, обусловленные технологическими процессами.
2. Базовые технологические процессы производства ИС. Эпитаксия: жидкостная, газофазная, молекулярно-пучковая. Легирование полупроводников: диффузия и имплантация. Технологические основы микроэлектроники. Термическое окисление. Травление. Нанесение тонких пленок. Методы получения структур на основе полупроводников, металлов и диэлектриков.
3. Микролитография. Технология и материалы литографии. Оптическая литография: современное состояние, основные компоненты и понятия (фотошаблон, фоторезист, разрешающая способность и ее пределы и ограничения, модуляционная передаточная функция, степперы и сканеры). Контактная печать и печать с зазором. Проекционная печать. Взрывная литография.
4. Биполярный транзистор в интегральном исполнении. Симметричные и асимметричные конфигурации транзисторов. Основные параметры слоев интегральных p-n транзисторов и их электрофизические параметры. Интегральные микросхемы на биполярных транзисторах. Эпитаксиально-планарные транзисторы с изоляцией p-n переходами. Распределение примесей в биполярном транзисторе ИС. Разновидности транзисторов в интегральном исполнении (транзисторы со сверхтонкой базой, изопланарные транзисторы, многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, с барьером Шоттки, с поликремниевыми шинами, горизонтальные p-n транзисторы).
5. Интегральные микросхемы на МДП-транзисторах. Преимущества и недостатки МДП ИС перед биполярной технологией. Основные направления применения МДП в ИС. Разновидности униполярных транзисторов. Структура и принцип действия полевого (МДП) транзистора. Параметры и характеристики МДП транзисторов. МДП транзистор как элемент ИС. Инвертор. конструктивно технологические разновидности МДП транзисторов.
6. Методы контроля качества, и испытаний ИМС. Тестовый контроль и контроль функционирования. Оптические, электронно-микроскопические и масс-спектрометрические методы контроля.
7. Функциональная микроэлектроника. Общая характеристика основных физических явлений и материалов используемых в функциональной микроэлектронике.

Раздел

Нанoeлектроника

1. Повышение степени интеграции — общая тенденция современной микро- и нанoeлектроники. Использование квантовых эффектов и явлений (туннелирование, размерное квантование, волновые свойства частиц) в современной нанoeлектронике.

2. Литографические методы нового поколения (NGL). Классификация методов по источникам излучения и их краткие характеристики. Электронно-лучевая литография. Методы прямого рисования. Ионная литография. Рентгеновская литография. Литография предельного ультрафиолета. Иммерсионная литография.
3. Нелитографические методы формирования наномасок и наноструктур: анизотропное травление, «теневой» метод, нанопечать, процессы самоорганизации.
4. Примеры конкретной реализации наноструктур и систем пониженной размерности. Квантовые точки в диэлектрике, самоорганизация при эпитаксии, пористый кремний, текстурирование поверхности при облучении ионами низких энергий.
5. Общие представления о современных приборах наноэлектроники. MEMS и NEMS. Нанотранзисторы и транзисторы на основе квазиодномерных структур. Резонансные туннельные приборы и структуры. Баллистический перенос. Интерференционные приборы (волновые свойства носителей заряда). Оптоэлектронные приборы на основе наноструктур. Одноэлектроника. Кулоновская блокада.