

Аннотация дисциплины
Иностранный язык - Б1.Б.1

Цель дисциплины – приобретение коммуникативных навыков, необходимых для иноязычной деятельности по изучению и творческому осмыслению зарубежного опыта в профилирующей и смежных областях науки и техники, а также для делового профессионального общения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина базовой части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программы Электронные приборы и устройства, Промышленная электроника и микропроцессорная техника, Теоретическая и прикладная светотехника, Твердотельная микро- и наноэлектроника, Оптико-электронные приборы и системы, Квантовая электроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Времена глагола в английском языке: группы Indefinite, Continuous, Perfect.Согласование времен. Дополнительные придаточные предложения. Определения. Определительные придаточные предложения. Модальные глаголы и их эквиваленты. Сочетания no longer, because of, due to, thanks to....Причастия. Герундий. Значение слова since.Устная тема: My speciality (моя специальность).

Аннотация дисциплины

История и методология науки и техники в области электроники - Б1.Б.2

Цель дисциплины – изучение движущих факторов и путей развития науки и техники.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина базовой части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программы Электронные приборы и устройства, Промышленная электроника и микропроцессорная техника, Теоретическая и прикладная светотехника, Твердотельная микро- и нанoeлектроника, Оптико-электронные приборы и системы, Квантовая электроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Особенности научного познания. Что такое наука? Какова ее цель? Когда возникла наука, в частности, естествознание? Каковы основные особенности научного познания? Когда наука стала профессией? Каковы критерии научного знания?

Структура научного знания и методы научного познания. Галилео Галилей и формирование физики как науки. Принципы экспериментального исследования. Проблема, гипотеза, достоверная истина.

Идеалы научного знания. Парадигмы научной деятельности. Открытия в научном мире. Взаимосвязь науки и техники. Характерные черты современного этапа научно-технического прогресса. Методология науки как системы. Основные положения. Метод, методика и методология. Методологические принципы конкретно-научного уровня в классической физике.

Научные традиции, открытия, революции. Методологические правила – принципы Ньютона. Методологические принципы конкретно-научного уровня в неклассической физике. Демокрит и Пифагор – ученые эпохи античности. Открытия в области естествознания в средние века. Наиболее крупные ученые эпохи Возрождения и их открытия (Н. Коперник, И. Кеплер, Леонардо да Винчи, Галилей и др.). Период становления физики как науки (Э. Торричелли, Р. Декарт, Б. Паскаль). Научные достижения Х. Гюйгенса, Р. Гука и Р. Бойля. Становление и развитие классической физики. Первый этап (конец 17 – конец 19 веков). Жизнь и открытия Ньютона. Научные открытия Ж. Д'Аламбера, М. Ломоносова и Б. Франклина.

Развитие классической физики. Научные исследования Ш. Кулона, Г. Кавендиша. Научные результаты С. Пуассона, О. Френеля и Г. Ома. Работы М. Фарадея, Э. Ленца и Д. Джоуля. Второй этап (с 60-х годов 19 века до 1895 года). Роль Г. Герца, М. Фарадея, Дж. Максвелла. Третий этап классической физики (1895–1904 годы). Научные достижения В. Рентгена, Г. Герца и Х. Лоренца. Научные достижения А. Беккереля, Пьера и Марии Кюри. Исследования Э. Резерфорда. История создания атомной бомбы.

История возникновения и формирования квантовой механики и квантово-механической теории твердого тела. Экспериментальные основы и роль М. Планка в возникновении квантовой теории. Теория волновой механики Луи де-Бройля. Вклад в развитие квантово-механической теории А. Эйнштейна, В. Гейзенберга, Э. Шредингера, П. Дирака, В. Паули. Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Разработка квантово-механической теории твердого тела А. Зоммерфельдом, А. Вильсоном, Ф. Блохом. Вклад российских ученых в развитие квантово-механических теорий.

История создания электроники. История создания радио и телевидения. От вакуумной электроники к полупроводниковой. От микроэлектроники к нанoeлектронике. История создания вычислительной техники. Советская и российская электроника. Состояние и перспективы развития

Аннотация дисциплины

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники - Б1.Б.3

Цель дисциплины – формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании приборов современной электроники и нанoeлектроники.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина базовой части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твердотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Вопросы масштабирования и предельные возможности получения сверхбольших интегральных схем на кремнии. Повышение интеграции и уменьшение размеров элементов интегральных схем (ИС). Преимущественное использование МДП транзисторов и взаимосвязанность масштабирования их размеров и параметров. Коротко канальные МДП транзисторы на кремнии и особенности физики их работы. Физические ограничения пределов масштабирования.

Нанолитография. Экономические аспекты технологии ИС и совершенствование фотолитографии для получения приборов с размерами 0,1-0,25 мкм. Маски с фазовым сдвигом. Использование внеосевого освещения при масках с фазовым сдвигом. Оптимизация выбора и предельные возможности электронной, рентгеновской литографии, литографии с использованием ионного пучка. Принципы работы сканирующего туннельного микроскопа и сканирующего атомно - силового микроскопа. Использование туннельного микроскопа для получения структур с нанометровыми размерами. Ионно - лучевое легирование. Принципы работы. Фокусированное ионно-лучевое травление резистов. Получение субмикронных размеров. Квантово - размерные структуры. Квантово-размерные структуры на основе гетеропереходов. Физические свойства квантовых ям, квантовых решеток, квантовых проволок и квантовых боксов. Энергетическое строение и плотности квантовых состояний. Типы композиционных сверхрешеток. Nipі-сверхрешетки. Физика резонансного туннелирования в КРС. Выбор материалов для создания квантово-размерных структур (КРС).

Технологические методы создания КРС. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Парофазная эпитаксия из металлоорганических соединений (МОС ПФЭ). Гибридные методы. Технология получения квантовых ям и квантовых сверхрешеток. Методы получения квантовых проволок и квантовых боксов. СВЧ приборы на основе КРС.

Будущее транзисторов. Транзисторы на горячих электронах (НЕМТ-транзисторы). Сравнение с транзисторами на арсениде галлия с барьером Шоттки. Вопросы баллистического переноса в транзисторах с туннелированием горячих электронов (Tunnelling Hot Electron Transfer Amplifiers -ТНETA). Квантовые боксы и одноэлектронные транзисторы.

Оптоэлектронные приборы на основе КРС. Инжекционные лазеры. Физика работы и переход от приборов с р-п переходом к приборам с гетеропереходом и приборам на квантовых ямах, квантовых проволоках и квантовых боксах. Оптимизация конструкции и параметров. Лазеры с градиентным изменением коэффициента преломления материала в областях электронного и оптического ограничения. Лазерные диоды с распределенным брегговским отражателем. Фотоприемники на основе КРС. Лавинные фотодиоды. Фотодиоды на резонансном туннелировании, твердотельные фотоумножители. Лазерные усилительные диоды и модуляторы оптического излучения на КРС.

Спинтроника. Магниторезисторы и датчики считывания с магнитных дисков. Элементы памяти на слоистых магнитных наноструктурах.

Молекулярная электроника. Электропроводность и передача информации в молекулах. Молекулярные кристаллы и полимеры. Молекулярные выпрямители и переключатели. Молекулярные проволоки. Молекулярные транзисторы и интегральные схемы.

Аннотация дисциплины
Компьютерные технологии в научных исследованиях - Б1.Б.4

Цель дисциплины – изучение компьютерных технологий, применяемых в научных исследованиях, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина базовой части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Концепции проектирования цифровых интегральных схем. Восходящее и нисходящее проектирование. Классификация СБИС. СБИС программируемой логики. Специализированные интегральные схемы – достоинства и недостатки. Стратегии проектирования. Средства описания проекта СБИС в системах автоматизированного проектирования. Иерархия проекта. Направления проектирования СБИС: поведенческая область, структурная область, топологическая область. Структурная декомпозиция проекта. Регуляризация проекта.

Языки описания аппаратных средств как средство моделирования и синтеза логического устройства. Языки низкого (Altera HDL) и высокого уровней (VHDL, Verilog). Основы языка VHDL. Уровни абстракций. Объекты проекта. Архитектурные тела. Операторы блоков. Процессы. Классы объектов. Типы данных. Операции. Операторы управления.

Основные методы моделирования аппаратуры цифровых систем. Моделирование параллельности. Моделирование комбинационной логики. Моделирование последовательной логики. Моделирование на уровне ИС. Определение и общие характеристики модели уровня ИС. Структуры моделей уровня ИС. Моделирование задержек. Графы моделей процессов. Временное моделирование. Операторы контроля временных параметров. Моделирование внутрисистемных соединений. Мультиплексирование сигналов. Многозначная логика. Цифровые автоматы Мили. Цифровые автоматы Мура. Графы функционирования цифровых автоматов.

Теоретические основы синтеза логических схем. Синтез цифровых устройств эвристический и формальный. Высокоуровневый синтез. Логический синтез. Булевы функции. Формы представления. Базис синтеза.

Задача синтеза комбинационных и последовательностных логических схем и основные этапы ее решения. Оптимизация двухуровневых представлений. Оптимизация многоуровневых представлений. Технологическое отображение. Синтез по описанию на HDL и технологическое отображение схемы в заданный базис.

Средства автоматизации создания топологии интегральных схем. Графические редакторы топологии ИС. Задание правил проектирования топологии с учетом конкретной технологии изготовления ИС. Создание виртуальных вспомогательных слоев для экстракции электрической схемы из созданной топологии.

Создание топологии библиотечных блоков. Базовые ячейки логической ИС. Оптимизация параметров базовых ячеек. Организация стандартных блоков. Восстановление электрических схем стандартных блоков по созданной топологии.

Автоматизация размещения и разводки соединений стандартных ячеек на кристалле. Верификация топологии с учетом правил конструктивно-технологических ограничений. Экстракция списка соединений с учетом паразитных емкостей. Эффективное аналоговое моделирование экстрагированной схемы. Оптимизация размещения и разводки стандартных блоков. Современные пакеты программ сквозного проектирования цифровых ИС.

Аннотация дисциплины

Проектирование и технология электронной компонентной базы - Б1.Б.5

Цель дисциплины – изучение физических основ и разновидностей полупроводниковых приборов изучение автоматизированного проектирования электронной компонентной базы, современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных языков описания и проектирования электронной компонентной базы.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина базовой части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Совершенствования технологии производства интегральных схем. Производство модулей ИС. Выход годных. Стоимостной анализ. Начальные вложения в производство СБИС. Стоимость изготовления. Уменьшение ширины линий и увеличение предельной частоты переключений при ультрафиолетовой, сверхультрафиолетовой и рентгеновской литографии. Групповая технология производства СБИС.

Этапы проектирование интегральных схем. Блочное представление БИС. Анализ взаимодействия блоков и связей между ними. Логическое моделирование системы на уровне регистровых передач. Определение требований к характеристикам блоков. Логическое проектирование структуры блоков. Моделирование блоков на уровне логических элементов. Проектирование логических элементов на транзисторном уровне. Разработка топологии логических элементов. Анализ характеристик логических элементов. Использование библиотек. Планирование кристалла. Построение общей топологии кристалла. Верификация проекта: проверка на соблюдение норм КТО, восстановление исходной схемы по ее топологическому рисунку.

Постоянные запоминающие устройства и базовые матричные кристаллы. Постоянные запоминающие устройства-ПЗУ. Структура и конструктивные характеристики ПЗУ в КМОП технологии. Программируемые изготовителем и перепрограммируемые ПЗУ. Применение ПЗУ в составе ИС. Генерация сложных последовательностей импульсов. Генерация алфавитно-цифровых символов для светодиодных жидкокристаллических индикаторов. Комбинационные логические схемы. ПЗУ в арифметических устройствах: сложение, умножение, вычисление квадратного корня, тригонометрические функции. БМК. Принципы построения и параметры базовых матричных кристаллов. Библиотеки функциональных элементов. Состав САПР для разработки ИС на основе БМК.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). ПЛИС. Организация коммутации элементов и структуры ПЛИС. Схемы, содержащие программируемые матрицы «И» и «ИЛИ». ПЛИС с программируемой матрицей «И» и фиксированной матрицей «ИЛИ». Схемы макрологики – с единственной матрицей «ИЛИ-НЕ» или «И-НЕ». Матрица коммутации.

Аннотация дисциплины
Основы микропроцессорной техники - Б1.В.ОД.1

Цель дисциплины – изучение принципов функционирования микропроцессорных систем, современных однокристальных микроконтроллеров, алгоритмов функционирования типовых периферийных модулей в их составе, приобретение навыков проектирования цифровых устройств обработки данных на основе однокристальных микроконтроллеров.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Программный принцип управления. Микропроцессорная система: центральный процессор, память программ, память данных, контроллеры управления периферией. Типы памяти: ПЗУ и ОЗУ. Магистраль адреса, данных, управления. Направления развития микропроцессорных систем: персональные компьютеры, программируемые контроллеры, встраиваемые специализированные контроллеры. Модульная технология при разработке микропроцессорных систем: однокристальные микроконтроллеры, микропроцессорные системы на основе нескольких БИС, модульно-крейтовые системы.

Полупроводниковая память в микропроцессорной системе. Память программ и память данных. Подсистема памяти. ОЗУ и ПЗУ. ОЗУ с произвольным доступом, статические и динамические ОЗУ. Полупроводниковые ПЗУ с произвольным доступом. Типы ПЗУ: масочное, однократно программируемое пользователем, программируемое пользователем с ультрафиолетовым стиранием, электрически программируемые с электрическим стиранием, FLASH.

Структура универсального микропроцессора (ЦПУ): АЛУ, аккумулятор, регистры общего назначения, счетчик команд, регистр признаков, схема управления выполнением команды. Цикл выполнения одной команды. Карта памяти микропроцессорной системы, селектор адреса. Исполнение последовательности команд в реальном времени, иллюстрация этого процесса временными диаграммами сигналов на линиях магистралей. Быстродействие микропроцессорной системы.

Однокристальный микроконтроллер. Типовой набор периферийных модулей. Порты ввода/вывода. Модульная организация МК: процессорное ядро, системные модули, модули памяти, модули подсистемы ввода/вывода, модули подсистемы реального времени, модули контроллеров последовательного интерфейса. Обзор направлений развития элементной базы микроконтроллеров. Подсистема ввода/вывода. Понятие порта ввода/вывода. Регистровая модель порта ввода, порта вывода, двунаправленные порты. Подключение портов к магистралям микропроцессорной системы. Типовые схемы подключения устройств ввода/вывода к портам МК.

Режимы прерывания и прямого доступа к памяти. Подсистема прерывания. Механизм прерывания, как способ эффективного распределения времени вычислительного процесса микропроцессорной системы управления. Внутренние и внешние прерывания МК. Типовая таблица фиксированных приоритетов для 8-разрядных МК. Аппаратные средства прерывания: типы входов запросов, особенности их обслуживания. Модуль внешнего прерывания IRQ в составе модуля системной интеграции МК. Примеры взаимодействия подсистем ввода/вывода, реального времени и прерывания. Подсистема прямого доступа к памяти.

Подсистема реального времени МК. Модуль процессора событий. Подсистемы входного захвата (IC) и выходного сравнения (OC). Генераторы ШИМ сигнала, организация ЦАП на их основе. Измерение временных интервалов и генерация импульсных последовательностей средствами модуля процессора событий. Типовые конструкции программного кода в системах с процессором временных интервалов.

Подсистема аналогового ввода/вывода МК. Структура и режимы работы модуля АЦП в МК. Встроенный аналоговый компаратор. Сравнение технических характеристик встроенных АЦП и ЦАП и интегральных схем АЦП и ЦАП, предназначенных для сопряжения с МК. Типовые конструкции программного кода в системах с модулями аналогового ввода.

Аннотация дисциплины
Физика МДП структур и приборов на их основе - Б1.В.ОД.2

Цель дисциплины – изучение физических процессов в МДП–структурах, методов измерения и расчета их основных параметров, принципов работы приборов на основе МДП-структур.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Теория ОПЗ. Зависимость заряда в ОПЗ от поверхностного потенциала, режимы обогащения, обеднения, инверсии. Особенности энергетического спектра электронов в режимах сильного обогащения и инверсии, поверхностное квантование, двумерный электронный газ.

Эффект поля. Дифференциальная поверхностная проводимость. Поверхностные избытки электронов и дырок. Поверхностная проводимость. Дифференциальная поверхностная емкость, зависимость от поверхностного потенциала.

Вольт-фарадные характеристики идеальной МДП-структуры. Идеальная МДП-структура, энергетические диаграммы, связь поверхностного потенциала с напряжением на структуре, высоко- и низкочастотные, неравновесные вольт-фарадные характеристики.

Реальные МДП-структуры, анализ зарядов. Поверхностные состояния, заряд в поверхностных состояниях; встроенный заряд, зависимость от технологии; распределенный заряд в диэлектрике («радиационный» заряд); подвижный заряд в диэлектрике.

Механизмы проводимости в МДП-структурах. Термоэлектронная эмиссия, эффект Шоттки; туннельная эмиссия Фаулера-Нордгейма; внутренняя фотоэмиссия; эффект Пула-Френкеля; захват и освобождение носителей заряда в диэлектрике

Методы управления пороговым напряжением. Пороговое напряжение МДП-транзистора, связь с зарядами в МДП-структуре; способы управления пороговым напряжением: выбор материала затвора, создание необходимых концентрационных профилей в канале, захват и освобождение заряда в диэлектрике как физическая основа создания приборов с переменным пороговым напряжением.

МДП_транзисторы. МДП- транзисторы, их принцип действия, основные параметры и характеристики; проблемы масштабирования, короткоканальные эффекты, эффекты «горячих»носителей и методы их подавления.

Приборы на основе МДП-структуры. Неравновесное обеднение, приборы с зарядовой связью. Элементы памяти на основе МДП-структуры, флеш-память, МНОП-структуры.

Метрология МДП-структур. Измерение параметров МДП-структур из измерений высоко- и низкочастотных вольт-фарадных характеристик; метод зарядовой накачки.

Аннотация дисциплины

Техника СВЧ - Б1.В.ОД.3

Цель дисциплины – изучение физических основ и разновидностей элементов и устройств СВЧ техники, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Основные понятия. Линии передачи СВЧ диапазона. Введение. Требования, предъявляемые к линиям передачи и к интегральным устройствам СВЧ. Необходимость использования теории электромагнитного поля. Решение волнового уравнения для однородной линии передачи, волны типов Т, Е и Н.

Неоднородности в линиях СВЧ, согласование. Основные типы неоднородностей в планарных и объемных линиях СВЧ. Свойства стоячих волн, входное сопротивление. Коэффициент отражения и коэффициент стоячей волны. Вносимые потери. Проблемы согласования в устройствах СВЧ, согласующие трансформаторы.

Методы анализа и синтеза СВЧ устройств. Применение метода эквивалентных схем для анализа и синтеза СВЧ устройств. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей в полярной системе координат.

Основные типы пассивных СВЧ устройств. Элементы интегральной техники СВЧ. Элементы цепей согласования, ответвители, мосты. Способы анализа и проектирования пассивных устройств.

Невзаимные ферритовые устройства. Проявление невзаимных свойств ферритовых элементов в СВЧ диапазоне. Принципы действия и основные параметры ферритовых вентилей и циркуляторов.

Элементы интегральной техники СВЧ. Частотные фильтры. Цепи подачи напряжения питания и управляющих сигналов. Устройства сложения и деления СВЧ мощности.

Основные типы и применение СВЧ резонаторов. Разновидности планарных и объемных СВЧ резонаторов, их основные параметры. Примеры использования резонаторов в СВЧ генераторах, фильтрах и в измерителях частоты колебаний.

Аннотация дисциплины
Полупроводниковые приборы СВЧ - Б1.В.ОД.4

Цель дисциплины – изучение физических основ и разновидностей полупроводниковых СВЧ приборов, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Основные понятия. Диоды с переменной емкостью. Особенности диапазона СВЧ и его использование. Роль техники СВЧ в развитии систем связи и радиолокации, в освоении космического пространства. Функции, выполняемые полупроводниковыми приборами в устройствах СВЧ. Основные этапы в развитии микроэлектроники СВЧ. Разновидности диодов с переменной емкостью.

Смесительные и детекторные диоды. Вольтамперные характеристики диодов различного типа: точечного, обращенного, диода с барьером Шоттки. Принцип детектирования и смещения частот на нелинейном сопротивлении.

Переключательные и ограничительные диоды. Принцип работы и эквивалентная схема переключательного pin -диода. Переключатели и фазовращатели на pin -диодах. Защитные устройства на ограничительных диодах.

Туннельные и лавинно-пролетные диоды. Вольтамперная характеристика и эквивалентная схема туннельного диода. Максимальная рабочая частота и выходная мощность. Лавинное умножение носителей заряда. Насыщение дрейфовой скорости электронов в высоких полях. Принцип действия ЛПД.

Диод Ганна. Принцип работы генератора на диоде Ганна. Динамическая вольтамперная характеристика. Суммирование мощности нескольких диодов в общей нагрузке.

Биполярные и полевые СВЧ транзисторы. Частотные ограничения в биполярных транзисторах. Эквивалентная схема СВЧ транзистора. Транзистор с низкой концентрацией примеси в эмиттере. Частотные ограничения в полевых транзисторах. Конструкция полевого транзистора с барьером Шоттки на затворе. Полевой транзистор с двумя затворами.

Новые типы быстродействующих транзисторов, интегральные схемы. Транзистор с сетчатой базой. Биполярный гетеротранзистор. Полевой гетеротранзистор с высокой подвижностью электронов. Развитие монолитных интегральных схем СВЧ на основе арсенида галлия, их основные преимущества и недостатки. Тенденции и перспективы дальнейшего развития микроэлектроники СВЧ.

Аннотация дисциплины

Полупроводниковые приемники оптического излучения - Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины – изучение физических основ работы и разновидностей полупроводниковых приемников оптического излучения, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 2.

Содержание разделов: Взаимодействие излучения и полупроводниковых структур. Характеристики излучения. Законы Планка, Стефана-Больцмана, Вина. Пропускание атмосферы и спектральные области применения ФП. Оптические свойства полупроводников и их влияние на параметры фотоприемников

Основные параметры и характеристики ФП. Понятие об идеальном ФП. Приемники излучения с внутренним фотоэффектом. Поглощение свободными носителями. ФП на «горячих» электронах.

Собственные фоторезисторы (СФР). Физические явления в фоторезисторах. Схема измерения. Вольт-амперная характеристики СФР. Чувствительность СФР. Спектральные характеристики СФР. Коэффициент усиления по фототоку. Выбор степени легирования. Влияние центров прилипания на чувствительность СФР. Эффект вытягивания в СФР. Частотные характеристики СФР, случай линейной и квадратичной рекомбинации. Основы теории шумов фоторезисторов. Характеристики СФР, изготовленных из различных полупроводниковых материалов.

Фоторезисторы с примесной фотопроводимостью. Примесная фотопроводимость. Конкретные ПФР. Иммерсионные приемники. Материалы для оптических окон, оптические фильтры. Системы охлаждения.

Основы работы фотоприемников с потенциальными барьерами. Фотодиод (ФД) на основе рп-перехода. Принцип работы ФД. Режимы работы фотодиода. Вольт-амперные характеристики фотодиода. Темновые токи через рп-переход. Фототок. Люкс-амперные характеристики фотодиода. Квантовый выход фотодиода. Чувствительность фотодиода. Спектральные характеристики ФД. Влияние поверхностной рекомбинации. Частотные характеристики фотодиодов. Шумы фотодиодов.

ФД с «прозрачной» п-областью. Дрейфовые фотодиоды. Фотоэлементы (солнечные элементы). PIN-фотодиоды: принцип работы, энергетические диаграммы. Лавинные фотодиоды. Особенности технологии изготовления лавинных фотодиодов. Квантовый выход фотодиода с рп-переходом, индуцированным полем. Фотодиоды Шоттки.

Аннотация дисциплины
Оптоэлектроника - Б1.В.ОД.6

Цель дисциплины – изучение разновидностей полупроводниковых оптоэлектронных приборов, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Задачи и направления развития оптоэлектроники. Физические явления, лежащие в основе оптоэлектронных устройств. Уравнения Максвелла и их решения. Прохождение электромагнитных волн в диэлектрике. Монохроматичность электромагнитных волн. Когерентное излучение. Временная и пространственная когерентность. Функция взаимной когерентности. Основные свойства фотонов. Поглощение излучения в полупроводниках.

Люминесценция полупроводников. Основные понятия и определения. Рекомбинационное излучение. Теория Ван Русбрека-Шокли. Спонтанные и вынужденные переходы. Условие инверсной населенности. Усиление излучения. Условия получения лазерного режима. Механизмы возбуждения электролюминесценции. Предпробойная электролюминесценция. Туннельный эффект. Ударная ионизация. Законы сохранения энергии при ионизации атома решетки. Спектры люминесценции

Электролюминесцентные полупроводниковые конденсаторы. Электролюминесцентные конденсаторы: принцип работы ВАХ и ВЯХ; устройство, материалы, параметры, области применения. Волны яркости.

Диодные источники излучения. Инжекционная электролюминесценция. Материалы, используемые для конструирования светодиодов. Коэффициенты инжекции, пропускания и вывода. Технология изготовления и конструкции светодиодов. Параметры светодиодов: спектральные характеристики, инерционность, КПД, временная и температурная зависимость. Квантовый выход СИД. Органические светодиоды.

Оптроны и оптоэлектронные схемы. Определение оптрона, его устройство, принцип действия. Классификация оптронов. Системы параметров оптронов.

Вынужденное излучение в полупроводниковых лазерах. Первое и второе лазерное условие. Устройство и типы приборов. Вклад российских ученых в развитие квантовой электроники. Резонаторы и моды. Основные параметры лазеров: диаграмма направленности, ВАХ и КПД. Лазеры на гетеропереходах. Полосковые лазеры. Устройство и типы приборов. Лазеры с квантово-размерными слоями. Квантовый каскадный лазер. Применения лазерных диодов. Диодная лазерная спектроскопия. Старение источников излучения.

Оптические свойства анизотропной среды. Управление параметрами излучения. Принцип действия и устройство оптических модуляторов и дефлекторов. Модуляция излучения при электрическом управлении поглощения. Электро-оптический модулятор. Модуляция излучения при электрическом управлении поглощения. Модуляция излучения при поглощении свободными носителями. Модуляция света, основанная на эффекте сдвига края поглощения. Оптически управляемые модуляторы света. Оптические дефлекторы. Акусто-оптический дефлектор. 7. Устройства оптической памяти

Устройства оптической памяти: способы организации, принципы записи и считывания информации. Голография. Запись и восстановление голограмм. Плоские и объемные голограммы. Применения голографии.

Устройства и элементы интегральной оптики. Элементы оптических вычислительных машин. Знакосинтезирующие индикаторы.

Аннотация дисциплины
Системы памяти - Б1.В.ДВ.1.1

Цель дисциплины – изучение разновидностей систем памяти, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: обязательная дисциплина вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Введение. Основные требования к устройствам памяти. Классификация основных полупроводниковых устройств памяти. Основные сведения о системах памяти. Основные показатели и характеристики. Принципы классификации систем памяти. Иерархия систем памяти и организация их взаимодействия. Причины возникновения элементов памяти разного типа.

Общие принципы работы Кэш-памяти. Классификация Кэш-памяти. Полностью ассоциативный Кэш. Кэш-память с прямым размещением (отображением). Наборно-ассоциативный КЭШ.

Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ) с однократным и многократным программированием. Общие принципы работы ПЗУ. Структура ПЗУ. Программируемые ПЗУ, достоинства и недостатки. ПЗУ типа МНОП, ЛИЗМОП: структура, физические основы работы, достоинства и недостатки.

Постоянные запоминающие устройства с память с произвольным доступом типа (RAM). Общие принципы работы. Статическая память с произвольной выборкой (SRAM). Динамическая память с произвольной выборкой (DRAM). Сравнительный анализ статической и динамической памяти. Динамические ЗУ повышенного быстродействия. Историческое развитие памяти типа DRAM. Технологии FPM, EDORAM, BEDORAM, MDRAM и т.п.

Память типа FLASH. Флэш-память. Принцип работы запоминающей ячейки. Основные функциональные циклы: запись, считывание, стирание. Классификация флэш-памяти: NOR, NAND, параллельная, последовательная. Надежность. Основные конструкции элементов флэш-памяти. Развитие памяти типа FLASH.

Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти. Основные физические принципы создания ячеек памяти нового типа, технологические решения. Ведущие изготовители. Потребности рынка. Влияние параметров полупроводниковой памяти на архитектуру и программное обеспечение ЭВМ.

Аннотация дисциплины
Полупроводниковые нетрадиционные источники тока - Б1.В.ДВ.1.2

Цель дисциплины – изучение разновидностей полупроводниковых источников тока, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твердотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Введение. Основные способы преобразования солнечного излучения на земле. Энергетические ресурсы человечества. Энергия Солнца. Солнце и человек. Способы преобразования солнечной энергии. Преобразование в тепло. Биоконверсия. Преобразование в электричество.

Теоретические основы фотоэлектрического преобразования энергии. Фотоэлектрическое преобразование энергии. Принцип преобразования. Основные достоинства. Основные задачи. Основные процессы при фотоэлектрическом преобразовании энергии. Поглощение солнечного излучения. Генерация и собиpание фотоносителей.

Основные характеристики солнечного элемента. Солнечный элемент. Эффективность преобразования солнечной энергии. Коэффициент полезного действия солнечного элемента. Максимальный КПД СЭ. Энергетические потери. Спектральная характеристика фототока. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Спектральная характеристика фототока. Измерение параметров фотоэлектрического преобразователя солнечного излучения. Измерение вольт-амперной характеристики. Измерение последовательного сопротивления. Определение характеристических параметров.

Классификация и конструкция солнечных элементов. Примеры конструкций. Примеры характеристик. Солнечные элементы с гетеропереходами. Свойства солнечных элементов с гетеропереходами. Структуры с гетеропереходами. Тонкопленочные солнечные элементы на основе аморфного кремния. Тонкопленочные солнечные элементы на основе полупроводниковых соединений.

Солнечные батареи. Примеры промышленных солнечных модулей. Возникновение «горячего пятна». Фотоэлектрические системы. Накопители энергии. Элементы фотоэлектрических систем. Системы без накопителей энергии.

Перспективные технологии солнечной энергетики. Солнечные элементы на основе квантовых точек и сверхрешеток. Солнечные элементы на основе квантовых точек и сверхрешеток. Солнечные элементы, чувствительные красителями. Принцип создания солнечных элементов Структура и конструкция. Термоэлектрические преобразователи излучения. Фототермоэлектрические преобразователи

Аннотация дисциплины
Методы математического моделирования - Б1.В.ДВ.2.1

Цель дисциплины – развитие математического аппарата как средства изучения сложных технических и физических систем.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Линейные нормированные пространства. Линейное пространство, аксиомы. Операторы в линейных пространствах. Нормы, виды норм. Понятие сходимости. Полнота линейных пространств. Нормы линейных операторов.

Сетки. Сеточные функции. Дифференцирование, интегрирование сеточных функций. Сходимость сеточных функций. Аппроксимация и устойчивость разностных схем. Основная теорема о сходимости

Спектральный признак устойчивости Неймана. Анализ разностных схем на устойчивость с помощью спектрального признака Неймана. Построение абсолютно устойчивой схемы для уравнения переноса.

Уравнение диффузии, теплопроводности. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Анализ устойчивости разностной схемы уравнения теплопроводности. Построение абсолютно устойчивой схемы для нелинейного уравнения теплопроводности. Влияние граничных условий на устойчивость

Консервативные разностные схемы. Полностью консервативные разностные схемы. Интегро-интерполяционный метод построения консервативных разностных схем. Задача Самарского

Задача распространения тепловой волны. Точное решение нелинейного уравнения теплопроводности, описывающего распространение тепловой волны. Построение консервативной разностной схемы, алгоритма решения разностной схемы.

Двумерная задача теплопроводности. Метод дробных шагов. Нестационарная задача распространения тепла в прямоугольнике. Разностная схема, ее устойчивость, алгоритм решения.

Монотонные разностные схемы. Понятие монотонности разностной схемы, примеры. Построение монотонных разностных схем первого и второго порядка точности.

Аннотация дисциплины

Экономика - Б1.В.ДВ.2.2

Цель дисциплины – изучение конкретных организационно-экономических процессов создания новых приборов, как целостной системы в единстве и взаимодействии всех классов ее структур (ресурсно-технологической, социально-экономической, организационно-хозяйственной) и приобретение навыков творческого использования теоретических знаний в практической деятельности.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твёрдотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Стратегия инновационного развития электронной промышленности (ЭП). Формирование российского рынка наукоемкой продукции. Современные требования к электронным приборам. Техничео-экономические особенности электронной промышленности (ЭП). Тенденции развития мировой электронной промышленности. Основные направления инновационного развития ЭП в XXI веке. Федеральные, межгосударственные, межотраслевые, отраслевые и ведомственные целевые программы.

Фирма (предприятие) как субъект рыночного хозяйства. Сущность и характер современного предпринимательства. Понятие фирмы. Организационно-правовые формы деятельности фирм. Основные цели и результаты деятельности фирм. Порядок образования и ликвидации фирм. Фирма и внешняя среда. Банковская система. Налоговая система и налоговые органы России. Внешнеэкономические связи и таможенная система. Методологические основы изучения фирмы как сложной системы. Организационно-управленческие модели структуры фирмы. Оценка качества управления.

Информационно-ресурсное обеспечение деятельности фирмы. Основной капитал фирмы. Общее понятие об основном капитале фирмы и его роли в производстве. Классификация элементов основного капитала. Виды оценки и способы переоценки основного капитала. Амортизация и износ основного капитала. Характеристика наличия, состояния, движения и использования основного капитала. Оборотный капитал фирмы. Виды и источники образования оборотного капитала. Характеристика наличия и оборачиваемости капитала. Определение потребности фирмы в оборотном капитале. Удельный расход, структура и анализ его изменений. Оценка эффективности применения оборотного капитала. Управление кадрами и планирование рабочей силы. Особые характеристики рабочей силы как ресурса. Кадровая политика предприятия: карьерный рост, развитие и обучение, система наставничества. Мотивация как инструмент эффективного управления персоналом. Управление качеством продукции. Основные понятия и показатели качества продукции. Организационно-правовые основы системы управления качеством.

Экономические затраты и результаты. Издержки, прибыль и рентабельность производства. Понятие и состав издержек производства и обращения. Калькуляция себестоимости и ее значение. Основные показатели себестоимости товарной продукции. Финансовые результаты деятельности фирмы. Прибыль и рентабельность фирмы. Цена и ценообразующие факторы. Виды цен. Ценовая политика фирмы. Оценка финансового состояния и финансовой устойчивости фирмы.

Аналитическая деятельность фирмы. Роль экономического анализа в процессе формирования принятия управленческих решений. Технология аналитического процесса. Объекты и субъекты экономического анализа. Моделирование в экономическом анализе. Проблематика ситуационного анализа. Математический аппарат. Методика исследования ситуации. Формирование системы знаний. Построение и функционирование экспертных систем

Инновационная деятельность фирмы. Инновационный тип развития экономики как объективное условие экономического роста. Экономическая сущность инноваций. Классификация инноваций, стадии и формы инновационного процесса. Факторы внешней и внутренней среды инновационной деятельности (ИД). Организационная структура ИД. Виды и структуры инновационных организаций. Цель и этапы стратегического инновационного планирования. Методы анализа инновационных стратегий. Сущность спроса на инновации и способы его представления.

Анализ экономической эффективности ИД. Статические и динамические методы оценки эффективности. Бизнес-планирование инновационных проектов. Понятие и требования к бизнес-плану. Цели, задачи и содержание отдельных разделов бизнес-плана.

Инвестиционная деятельность фирмы. Экономическая сущность и задачи инвестирования. Формы инвестиционной деятельности. Инвестиционный климат и методы его оценки. Моделирование инвестиционного процесса. Роль финансово-экономической оценки при выборе инвестиционных проектов. Классификация методов оценки эффективности инвестиций. Методы оценки инвестиций, основанные на дисконтировании финансовых потоков. Учет инфляции при инвестиционном анализе. Понятие о конкурирующих инвестициях и методы их оценки. Проблемы финансирования инвестиционных проектов. Влияние маржинальной стоимости капитала на инвестиционную деятельность фирмы. Основы эмиссионной политики фирмы. Природа и классификация инвестиционных рисков. Моделирование инвестиционных процессов с учетом фактора риска. Инвестиционный анализ в условиях рационального капитала. Оценка инвестиционных проектов при дефиците финансовых ресурсов. Коммерческая эффективность инвестиционных проектов.

Аннотация дисциплины
Проектирование и технология СБИС - Б1.В.ДВ.3.1

Цель дисциплины – изучение методов проектирования сверх больших интегральных схем (СБИС) с учетом специфики их технологии.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 6.

Содержание разделов: Основные понятия. Место, занимаемое полупроводниковыми устройствами в электронной компонентной базе. Технологии проектирования и методы создания специализированных БИС. Интерфейс как способ преобразования информации, передаваемой от источника информации к ее приемнику

Модели МОП транзисторов. Статические характеристики, собственные ёмкости, объемные сопротивления транзистора. Анализ работы инвертора при большом сигнале. Расчет размеров канала транзисторов в выходных каскадах ИС.

Статическая и динамическая модели МОП транзисторов для режима малых сигналов в пологой области ВАХ.

Элементы КМОП схемотехники. КМОП схемотехника – основной базис создания специализированных интегральных схем. Логические элементы КМОП схем: двунаправленный ключ, триггеры различных типов, счетная ячейка, исключающее ИЛИ, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, схемы с тремя состояниями, приемопередатчики для создания двунаправленных портов ввода-вывода.

Регистры и счетчики. Типы регистров и их реализация. Схемы счетчиков в КМОП базисе и их характеристики. Счетчики: последовательный, волновой, параллельный, синхронный, комбинированный, вычитающий, реверсивный, декадный, с произвольным модулем счёта. Сопоставление счётчиков.

Схемы усилителей в КМОП базисе. Источники тока и токовое зеркало. Каскодный схемы источников тока: режим малых сигналов, частотные характеристики. Дифференциальный усилительный каскад с резистивной и активной нагрузкой. Принципы построения каскодных схем. Трансформаторы уровня, входные, промежуточные и выходные каскады. Методы расчета размеров и конфигураций транзисторов микросхемы усилителей. Периферийные усилители мощности при большой емкостной и активной нагрузке интегральной схемы.

Устройства выполнения арифметических операций. Преобразователи информации. Сумматоры и вычитатели. Тактируемые и комбинационные схемы умножения и деления. Арифметические операции над числами в двоично-десятичном коде.

Тактируемые и комбинационные преобразователи кодов чисел.

Схемы отображения информации на светодиодных и жидкокристаллических индикаторах.

Программируемые резисторы, делители напряжения, усилители.

Преобразователи аналого-частотные и частотно-аналоговые. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) с взвешенными разрядами, с матрицей R-2R, с ключами на дифференциальных каскадах, с поразрядно взвешенными или равными токами. Методы построения аналого-цифровых преобразователей (АЦП): последовательных приближений; двойного интегрирования. АЦП, основанные на преобразователях напряжение-время, напряжение-частота. Параллельные и параллельно-последовательные АЦП.

Аннотация дисциплины

Проектирование и технология приборов силовой электроники - Б1.В.ДВ.3.2

Цель дисциплины – изучение методов проектирования полупроводниковых приборов силовой электроники.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твердотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 6.

Содержание разделов: Задачи курса. Классификация силовых полупроводниковых приборов (СПП) и устройств по конструкции и технологии производства. Общие вопросы конструирования и технологии дискретных СПП, силовых модулей и устройств на их основе. Классификация СПП. Базовые технологии.

Математическое моделирование работы СПП. Общие вопросы моделирования СПП. Программная система смешанного приборного физико-топологического моделирования ИСТОК. Физико-математическая модель полупроводниковой структуры. Приведение уравнений модели к безразмерному виду. Численные методы решения уравнения переноса. Модели рассеяния и генерации - рекомбинации носителей заряда.

Силовые диоды. Назначение и классификация силовых диодов. Статические и динамические вольт-амперные характеристики. Параметры силовых диодов. Разновидности силовых диодов. Исторический обзор.

Барьер на границе металла с полупроводником (барьер Шоттки). Основные характеристики и параметры диодов Шоттки. Основы проектирования физической структуры диодов Шоттки. Применение диодов Шоттки, их достоинства и недостатки.

Диоды быстросовоcтанавливающиеся. Проблемы разработки силовых диодов с мягким выключением. Роль высоких технологий в производстве сверхбыстросодействующих диодов - применение радиационных технологических процессов и радиационного (нейтронного) легирования кремния.

Силовые биполярные транзисторы. Основные характеристики и параметры. Основы проектирования физической структуры. Составные транзисторы (Дарлингтона). Проблемы технологической шунтировки и исполнения балластных токовыравнивающих резисторов. Основы проектирования и маршрут технологии изготовления силовых биполярных транзисторов.

Конструкция и технология силовых приборов на основе многослойных р-п-р-п и р-п-р-п-р структур. Вольт-амперная характеристика тиристора. Моделирование вольт-амперной характеристики. Основные параметры тиристоров. Расчет основных параметров тиристоров. Динамические характеристики тиристоров. Основы проектирования физической структуры. Особенности конструирования тиристоров. Маршруты технологии. Типы тиристоров. Основные виды и разновидности конструкций. Силовые оптоотиристоры. Симисторы.

Основные конструкции и технологии силовых МОП и IGBT транзисторов. История создания. Основные статические параметры транзисторов. Основные параметры ПТИЗ и БТИЗ. Устройство и особенности работы МДП ПТ (MOSFET). Основные статические характеристики транзисторов. Вольт-амперные характеристики MOSFET в статическом режиме. Переходные процессы и динамические параметры транзисторных ключей. Устройство и особенности работы IGBT. ВАХ IGBT в статическом режиме. Распределение поля в структуре IGBT. Основные типы силовых МОП и IGBT транзисторов - VMOS, DMOS, UMOS. Маршруты технологии силовых МОП и IGBT транзисторов. Принципы и методы проектирования силовых МОП и IGBT транзисторов. Применение IGBT. IGBT-модули. Основные области применения и промышленное производство IGBT-модулей в России. Заключение и прогноз на завтра

Аннотация дисциплины

Современные методы исследования поверхности полупроводников - Б1.В.ДВ.4.1

Цель дисциплины – изучение методов исследования поверхности полупроводников.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твердотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Фундаментальные и прикладные проблемы физики поверхности твердого тела. Поверхность как разновидность дефектов твердого тела. Поверхность и межфазовые границы раздела в технологии полупроводниковой микроэлектроники, создании сверхрешетки методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Условия возможности исследования поверхности на атомарном уровне. Сверхвысокий вакуум, загрязнения, очистка, адсорбция на поверхности. Классификация аналитических методов исследования поверхности и тонких пленок. Методы исследования поверхности полупроводников. Методы электронной спектроскопии. Электронные спектрометры: анализаторы задерживающего потенциала (АЗП), отклоняющие электростатические анализаторы. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Поглощение фотонов в твердых телах. Вероятность переходов. Фотоэлектрический эффект в приближении прямоугольной ямы. Поглощение рентгеновского излучения. Растянутая тонкая структура рентгеновского поглощения как метод исследования поверхности. Экспериментальная техника. Источники излучения. Кинетическая энергия фотоэлектронов. Энергетический спектр фотоэлектронов. Химические сдвиги фотоэлектронных пиков. Структурные эффекты в РФЭС. Количественный анализ. Примеры использования метода в технологическом контроле ИС. Электронная Оже-спектроскопия (ЭОС). Неизлучательные переходы. Кинетическая энергия эмиттированных Оже-электронов. Энергетические уровни, химические сдвиги и форма пиков. Вероятность KLL-переходов в водородоподобном атоме. Выход Оже-электронов и флюоресценция. Ширина атомных уровней и времена жизни. Аппаратурная реализация метода. Количественный анализ. Оже-электронная микроскопия. Применение ЭОС для получения профилей концентрации в структурах микроэлектроники. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС). Источники излучения в УФЭС, использование синхротронного излучения. Использование УФЭС для излучения зонной структуры. Примеры. Методы ионной спектроскопии. Кинетика упругих столкновений. Спектроскопия рассеяния медленных ионов (РМИ), аппаратурная реализация. Структурные эффекты в РМИ. Спектроскопия обратного рассеяния Резерфорда (РОР). Поверхностно - барьерные датчики заряженных частиц. Потери энергии легких ионов высоких энергий в твердых телах. Ширина и форма спектра энергетических потерь ионов в обратном рассеянии. Получение распределений по глубине с помощью обратного рассеяния Резерфорда (РОР). Разрешение по глубине. Распыление ионами. Выход продуктов распыления. Чувствительность метода РОР. Масс - спектроскопия вторичных ионов (МСВИ). Методы детектирования вторичных ионов. Избирательное распыление элементов и анализ их распределения по глубине. Уширение внутренней границы раздела и ионное перемешивание. Приборные факторы, влияющие на разрешение по глубине. Статический и динамический режим МСВИ. Количественный анализ. Ионный микроскоп. Масс-спектроскопия вторичных нейтральных частиц. Электронный микроанализ. Излучательные переходы. Дипольные правила отбора, вероятность излучательных переходов. Анализаторы рентгеновского излучения. Количественный анализ. Спектроскопия тонкой структуры края рентгеновского поглощения. Туннельный микроскоп. Перспективные методы анализа: туннельная спектроскопия, спектроскопия характеристических потерь, атомно-силовая микроскопия. Сравнительный анализ методов.

Аннотация дисциплины
Современные проблемы науки и производства - Б1.В.ДВ.4.2

Цель дисциплины – изучение приборов современной электроники, их области применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твердотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Концепция инженерного подхода к принятию решений. Черная металлургия. Работа нагнетателей в доменном и конверторном процессе. Экономия электроэнергии. Замкнутые системы газо- и теплоподачи. Процесс производства металла и контроль параметров. Сенсоры. Мощные электродвигатели и их привод. Прокатные станы. Проблемы синхронизации и безаварийной работы. Электродуговые печи. Проблемы фликкера и потери мощности. Производство меди, свинца, цинка, алюминия. Электролиз. Потери мощности преобразователей. Токи короткого замыкания. Аварии и последствия. Пресса и штампы. Гидравлические и пневмомагистральи. Насосы и компрессоры. Проблемы пуска и регулирования. Переработка нефти и синтез материалов. Обслуживание технологических процессов – компрессоры, насосы, холодильники. Экологические проблемы производства. Системы безопасности. Время реакции на аварийные события. Топливо-энергетический комплекс. Проблемы перекачки энергоносителей. Проблемы пуска и аварийного пуска насосов и компрессоров. Проблемы слабых сетей. Проблемы буровых установок. Сильнонагруженные пуски. Проблемы шахтных установок. Компоненты систем: ограничители перенапряжений, выключатели, измерительные датчики. Проблемы использования и новые поколения приборов. Трансформаторы. Эффективность источников света. Энергосберегающие технологии. Автомобилестроение. Создание эффективных гибридных схем двигателей. Проблемы бортовой электроники. Системы электропитания для источников света. Электродвигатели. Принцип действия. Синхронный и асинхронный двигатель. Эффективность двигателей. Новые типы двигателей. Проблемы генерации электрической энергии. Генераторы и системы возбуждения. Принципы построения систем возбуждения. Проблемы резервирования и аварийных процессов. Проблемы преобразования электрической энергии. Потери в трансформаторах. Поддержание уровня напряжения в линиях. Системы мониторинга и передачи данных по линиям. Проблемы передачи электрической энергии. Транспорт электрической мощности в сетях переменного тока. Линии и вставки постоянного тока. Гибкие линии электропередач. Проблемы устойчивости линий электропередач. Компенсаторы реактивной мощности: СТК и СТАТКОМ. Проблемы электропривода. Краткая теория. Проблемы позиционирования и распознавания образов в робототехнике. Миниатюризация оборудования. Понятие преобразователя. Основные принципы преобразования. Компоненты преобразователей и их характеристики. Тенденции развития. Проблемы проектирования. Понятие электронной системы. Силовая и информационная электроника. Взаимосвязь и взаимозависимость. Тиристорные инверторы. Инверторы, коммутируемые нагрузкой. Принцип работы. Гармонический состав входного тока. Коммутационные процессы. Влияние параметров ключей на переходные процессы. Задачи и методы решения. Структуры вычислительных систем. Сосредоточенные и распределенные системы. Потоки данных. Аппаратура систем управления. Микропроцессоры. Микросхемы памяти. АЦП и ЦАП. Оптопары. Фиберная оптика.

Аннотация дисциплины
Полупроводниковые сенсоры - Б1.В.ДВ.5.1

Цель дисциплины – изучение разновидностей полупроводниковых сенсоров, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области применения и методов их моделирования.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (программа Твёрдотельная микро- и наноэлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Сенсоры и полупроводниковая микроэлектроника. Классификация сенсоров. Выходные параметры и методы регистрации сигнала. Потребности и рынок. Перспективы развития. Статические и динамические характеристики. Вопросы временной и температурной стабильности. Вопросы стандартизации. Конструкции сенсоров и вопросы корпусирования. Физические и химические принципы, лежащие в основе работы сенсоров магнитного поля. Тонкопленочные и монокристаллические датчики Холла. Магниторезисторы. Магнитодиоды. Технология изготовления. Параметры и конкретные данные по приборам. Области применения. Термопары и термосопротивления. Использование полупроводниковых приборов в качестве температурных сенсоров. Приемники ИК излучения и температурная сенсорика. Полупроводниковые и металлические тензорезисторы. Физические и химические принципы, лежащие в основе работы сенсоров механических перемещений. Кремниевые мембранные сенсоры. Емкостные сенсоры на МДП структурах. Физические и химические принципы, лежащие в основе работы полупроводниковых детекторов ядерных излучений. Конструкции детекторов ядерного излучения. Координатно-чувствительные приборы для регистрации треков частиц. Пелисторы. Химические сенсоры на оксидных полупроводниках. Керамические и тонкопленочные сенсоры. Физика работы. Технология изготовления. Роль катализаторов. Стабильность и избирательность. Химические сенсоры на основе кремниевых полевых транзисторов. Классификация и области применения. Интерферометрические и неинтерферометрические сенсоры. Конструкции и материалы. Полупроводниковые излучатели и приемники излучения в сенсорах. Устройства интегральной оптики и материалы для неё. Краткий обзор применения сенсоров в технологии, космических летательных аппаратах, медицине, домашнем быту, энергетике и мониторинге окружающей среды.

Аннотация дисциплины
Моделирование полупроводниковых приборов - Б1.В.ДВ.5.2

Целью освоения дисциплины является изучение методов моделирования характеристик современных полупроводников и приборов на их основе.

Место дисциплины в структуре ОПОП: дисциплина по выбору вариативной части блока 1 магистратуры 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа Твердотельная микро- и нанoeлектроника). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Введение в дисциплину. Основные задачи силовой полупроводниковой электроники. Мощный электронный ключ и его основные характеристики.

Физические эффекты, существенно влияющие на работу полупроводниковых приборов. Электронно-дырочное рассеяние, Оже рекомбинация, эффекты сильного легирования. Вывод уравнений переноса носителей заряда с учетом электронно-дырочного рассеяния и эффектов сильного легирования. Методы определения параметров, характеризующих электронно-дырочное рассеяние, сужение ширины запрещенной зоны, Оже рекомбинацию. Количественные оценки, подтверждающие необходимость учета рассматриваемых эффектов в силовых полупроводниковых приборах.

Общая схема исследования характеристик силовых полупроводниковых приборов. Фундаментальная система уравнений полупроводникового прибора. Уравнение непрерывности носителей заряда при высоком и низком уровнях инжекции в слоях структуры. Основные приближения, используемые при решении уравнения непрерывности (дрейфовое с нарушением нейтральности, дрейфовое без нарушения нейтральности, диффузионное). Понятие о квазинейтральности. Граничное условие Флетчера. Зависимость коэффициента инжекции асимметричного $p^+ - n$ от плотности прямого тока.

Силовые диоды и тиристоры. Типы современных силовых диодов и их основные характеристики. Стационарная ВАХ силового диода в области больших плотностей тока. Лавинный пробой силового кремниевого диода. Фаска и методы ее расчета. Охранные кольца. Тепловой пробой силового диода. Понятие о тепловом сопротивлении диодной структуры (контактное тепловое сопротивление, собственное тепловое сопротивление). Ударный ток силового диода. Методы определения ударного тока.

Принцип действия тиристора. Понятие критического заряда включения тиристора. Статические характеристики в выключенном и включенном состояниях. Шунтировка катодного эмиттерного перехода. Зависимость критического заряда включения от шунтировки эмиттерного перехода. Методы включения тиристора (управление по аноду, управление по управляющему электроду, реверсивный метод включения, метод dU/dt). Эффект dI/dt . Полевой и диффузионный механизмы распространения включенного состояния. Разветвленный управляющий электрод тиристора.

Типы современных силовых тиристоров и их основные характеристики.

Структура мощного $p^+ - n - p^+$ транзистора. Ключевой режим работы мощного транзистора. Характеристики мощного транзистора в состоянии насыщения. Особенности процесса выключения мощного биполярного транзистора.

Типы силовых приборов с полевым управлением (IGBT, SIT, SITh, MCT). Основные характеристики приборов типа IGBT и SITh. Сравнение параметров этих приборов с параметрами обычных силовых приборов.