

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

в аспирантуру

по направлению 11.06.01

" Электроника, радиотехника и системы связи "

1. Физические и физико-химические основы твердотельной электроники

Классификация твердых тел по типам связей

Основы кристаллографии. Трансляционная и точечная симметрия кристаллов. Решетки Браве. Приближение почти свободных электронов. Метод сильной связи.

Зонная теория. Металлы, полупроводники и диэлектрики. Статистика электронов в твердых телах. Равновесная и неравновесная функции распределения.

Структура реальных кристаллов. Основные типы дефектов кристаллической структуры. Термодинамика дефектов кристаллической решетки. Точечные и протяженные дефекты. Политипизм и полиморфизм.

Классическая теория электропроводности металлов. Зонная структура металлов. Уровень Ферми. Термоэлектрические явления в металлах.

Сверхпроводимость металлов. Основы микроскопической теории сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера. Куперовские пары. Энергетическая щель.

Зонная структура полупроводников. Дисперсия электронов в направлениях и точках высокой симметрии в зоне Бриллюэна. Приближение эффективной массы

Классическая и квантовая теории колебания решетки. Фононы. Дисперсия фононов. Оптическое поглощение на колебаниях решетки. Оптические переходы с участием примесей. Собственное поглощение полупроводников. Прямые и не прямые оптические переходы. Экситоны в полупроводниках.

Статистическое взаимодействие дефектов в полупроводниках. Функция распределения. Физико-химические процессы легирования. Взаимное влияние примесей на растворимость. Современные методы исследования фаз с отклонениями состава от стехиометрии.

Неравновесные носители заряда в полупроводниках. Квазиуровни Ферми. Диффузия и дрейф. Фотопроводимость полупроводников. Процессы рекомбинации. Механизмы люминесценции.

Электронно-дырочный переход. Энергетическая диаграмма. Прямой и обратный токи. Емкость электронно-дырочного перехода. Пробой р-п перехода. Энергетическая диаграмма гетероперехода.

Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Механизмы поляризации диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков.

Сегнетоэлектрики. Доменная структура. Точка Кюри. Диэлектрический гистерезис. Потери в сегнетоэлектриках.

Магнитные материалы. Магнитный момент свободного атома. Диамагнетизм и парамагнетизм. Магнитное упорядочение. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Магнитные домены. Точка Кюри. Магнитный гистерезис. Ферромагнетики и их особенности.

Некристаллические материалы твердотельной электроники и микроэлектроники. Модельные представления некристаллических материалов с положительной и отрицательной корреляционными энергиями. Пиннинг уровня Ферми. Эффекты долговременной релаксации. Основные принципы теории стеклообразования. Аморфные полупроводники.

Жидкие кристаллы как мезоморфная фаза. Их классификация по Фриделю. Полимеры. Полимерные цепи. Разветвленные полимеры. Блоксополимеры. Дендроны и дендримеры. Частично кристаллическое, стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее состояние полимеров.

Перколяционная модель строения полимера. Персистентная длина. Переход клубок – глобула. Эффекты самосборки и иерархической самоорганизация.

2. Термодинамические основы технологических процессов создания и методов совершенствования материалов и приборов

Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Правило фаз и геометрическая термодинамика. Диаграммы состояния и их применение для описания фазовых равновесий в двухкомпонентных системах.

Термодинамические критерии устойчивости фаз в бинарных гетерогенных системах. Функции смешения. Конфигурационная и колебательная энтропия.

Растворы идеальные и реальные. Избыточные термодинамические функции. Параметр взаимодействия. Классификация растворов. Концепция регулярного раствора. Распад пересыщенных твердых растворов. Физико-химическое управление составом и свойствами материалов.

Кинетические и диффузионные явления в технологических процессах. Конвективная диффузия. Массоперенос в проточных системах. Понятие о ламинарном и турбулентном потоках.

Механизм самодиффузии и гетеродиффузии в твердых телах. Законы Фика. Начальные и граничные условия в задачах диффузии. Способы диффузионного легирования полупроводников.

Поверхностные явления в технологических процессах. Адсорбция. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Адгезионные принципы физико-химической совместимости.

Процессы микро- и нанотехнологии. Системная модель технологического процесса: объект, воздействие, процесс. Классификация процессов микро- и нанотехнологии по физико-химической сущности: механический, термический, химический, корпускулярно-полевой; виду процесса: нанесение, удаление, модифицирование; характеру протекания процессов: тотальный, локальный, селективный, избирательный, анизотропный; способу активации: тепло, излучение, поле. Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий: резистивный, лучистый и индукционный нагрев, электронные и лазерные пучки, плазма и ионные пучки. Каталитические свойства поверхности и атомно-силовое воздействие.

Чистые помещения: классификация производственных помещений по чистоте воздушной среды и микроклимату, источники загрязнений, способы обеспечения и поддержания чистоты. Вакуум: глубина вакуума, средства откачки и методы контроля. Технологические среды: чистота материалов, воды, газовых сред и жидкостей. Аппаратура и элементы газовых и жидкостных систем. Базовые операции очистки жидких и газообразных сред

Оборудование и процессы выращивания кристаллов полупроводников и диэлектриков из жидкой и паровой фаз. Методы Чохральского, Бриджмена-Стокбаргера, Степанова. Зонная плавка. Метод сублимации.

Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме из молекулярных пучков: вакуумтермическое и электронно-лучевое испарение, молекулярно-лучевая эпитаксия.

Оборудование и методы ионно-плазменного осаждения: катодное, магнетронное, реактивное распыления; ионно- и плазмохимическое осаждение.

Оборудование и методы осаждения из газовой фазы: получение поликристаллического и аморфного гидрогенизированного кремния, оксида и нитрида кремния; пиролитическое осаждение металлов; газофазная эпитаксия кремния, бинарных и многокомпонентных соединений; газофазные методы молекулярной химической сборки.

Оборудование и методы осаждения из жидкой фазы: жидкофазная эпитаксия, электрохимическое осаждение слоев, нанесение моно- и мультислоев органических веществ методом Ленгмюра-Блоджетт. Золь-гель технология.

Оборудование и методы удаления вещества. Шлифование и полирование Электрохимическая, ультразвуковая и электроэрозионная обработки. Механическое, лазерное и электроннолучевое скрайбирование. Вакуум-термическое травление.

Процессы химического травления: механизмы травления; оборудование, методы и среды для жидкостного и газового травления; локальное и анизотропное ориентационно-чувствительное травление; маскирующие, «жертвенные» и «стоп»-слои. Электрохимическое травление, получение пористого кремния. Ионно-плазменное травление: оборудование, методы и механизмы травления; ионно-лучевое, плазмохимическое, реактивное ионно-плазменное, ионно-химическое травление.

Процессы и оборудование для окисления и нитрирования. Методы диффузии и ионной имплантации.

Оборудование и процессы фотолитографии. Электронолитография, рентгенолитография, ионнолитография. Атомно-зондовое модифицирование поверхности.

Нетермические методы активации физико-химических процессов: локальность, избирательность, скорость протекания процессов. Активация процессов полем и излучением: электрически стимулированная эпитаксия; фото- и СВЧ-стимулированные процессы осаждения, окисления и травления.

Туннельно-полевое модифицирование поверхности: квантово-механические принципы локального переноса заряда, энергии, массы; технология атомно-молекулярного массопереноса и модифицирования с наноразрешением. «Перьевая» (Dip-pen)) нанолитография. Локальное анодное окисление с использованием многозондовых устройств сканирующей зондовой микроскопии.

Базовые принципы интеграции процессов: аппаратурная и топохимическая интеграция. Самоформирование: интеграция физико-химических процессов на основе топохимической селективности поверхности, структурно-топологические операции на основе анизотропии, маски дифференциального действия, принцип матрицы.

Интегрированные технологические кластерные комплексы: нанофабы, нанотехнологические комплексы на основе туннельно-полевого массопереноса и модифицирования

3. Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники

Диоды. Типы и характеристики. Выпрямительные и импульсные диоды. Стабилитроны и защитные диоды. Туннельные диоды. Варикапы. СВЧ диоды. Полупроводниковые датчики ядерных излучений.

Транзисторы: Типы и характеристики.

Биполярные транзисторы. Принцип действия. Частотные и импульсные характеристики. Диффузионно-дрейфовые транзисторы. СВЧ транзисторы. Транзисторы с изолированным затвором.

Тиристоры

Полевые транзисторы. Принцип действия. Основные параметры. Полевые транзисторы с р-п переходом, с барьером Шоттки. Транзисторы с индуцированным и встроенным каналами.

Полупроводниковые интегральные схемы. Классификация микросхем по конструктивно-технологическому принципу (МОП- и КМОП-ИС, биполярные (ТТЛ-ИС, ЭСЛ-ИС, И²Л-ИС). Би-КМОП. «кремний-на-изоляторе» -ИС, GaAs-ИС на полевых транзисторах с барьером Шоттки.

Методы изоляции элементов в полупроводниковых интегральных микросхемах: изоляция электронно-дырочным переходом, диэлектрическая и комбинированная изоляция.

Активные элементы интегральных микросхем. Биполярные полупроводниковые структуры интегральных микросхем. Транзисторные структуры п-р-п, разновидности изопланарных транзисторов. Особенности интегральной транзисторной структуры, паразитный транзистор. Транзисторные структуры р-п-р-типа, вертикальная и горизонтальная структура транзистора. Комплементарные п-р-п и р-п-р транзисторы. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторные структуры. Транзисторные структуры для схем с инжекционным питанием.

Интегральные диоды с выпрямлением на р-п-переходе. Диодное использование интегрального транзистора. Диоды интегральных микросхем с выпрямлением на контакте металл-полупроводник (диоды Шоттки). Транзисторные структуры с диодами Шоттки.

Структуры полевых транзисторов для интегральных микросхем: транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и МДП-транзисторы. Самоизоляция МДП-транзисторных структур. Комплементарные МДП-структуры, эффект защелкивания (тиристорный эффект). Разновидности МДП-транзисторов интегральных микросхем.

Пассивные элементы полупроводниковых интегральных микросхем. Диффузионные резисторы, пленочные резисторы для интегральных микросхем, изготовленных по совмещенной технологии. МДП- транзистор в качестве резистора. Интегральные конденсаторы: электронно-дырочный переход в качестве конденсатора. МДП-конденсаторы. Соединительные металлические элементы, диффузионные шины.

Активные и пассивные элементы гибридных интегральных микросхем. Тонкопленочные и толстопленочные резисторы, пленочные конденсаторы, распределенные RC-структуры. Интегральные индуктивности. Подложки для гибридных интегральных микросхем.

Транзисторные ключи на биполярных и МДП-транзисторах. Ключи на комплементарных МДП-структурах как основа для построения микромощных схем.

Транзисторно-транзисторные структуры и элементы с эмиттерной связью как основа для построения логических интегральных микросхем среднего и высокого быстродействия. Логическая ячейка на элементах с инжекционным питанием. Структуры на GaAs для схем сверхвысокого быстродействия.

Логические ячейки на МДП-транзисторах, последовательное и параллельное включение МДП-транзисторов. МДП-структуры с зарядовой связью.

Элементы памяти на биполярных и МДП-структурах, динамические и статические оперативные запоминающие устройства. Полупроводниковые структуры для постоянных запоминающих устройств, FLASH-память.

Биполярные и МДП-элементы для интегральных операционных усилителей. Транзисторные структуры для СВЧ-усилителей

Приборы оптической электроники: светодиоды, лазеры, фотоприемники. Волоконно-оптические линии связи. Оптроны и оптоэлектронные ИС.

Солнечные элементы на монокристаллическом, поликристаллическом, аморфном и нанокристаллическом кремнии. Солнечные элементы на гетероструктурах. Полимерные солнечные элементы.

Задачи и принципы функциональной микроэлектроники. Физическая интеграция. Основные направления функциональной микроэлектроники.

Элементы криоэлектроники. Практическая значимость явления сверхпроводимости. Туннельные эффекты Джозефсона.

Пленочный криотрон, элементы на переходах Джозефсона.

Элементы магнитоэлектроники. Магнитные эффекты в тонких магнитных пленках, цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Запоминающие и логические элементы на ЦМД.

Элементы акустоэлектроники. Пьезоэлектрический эффект. Объемные и поверхностные акустические волны. Пьезорезонаторы, акустоэлектрические усилители на поверхностных акустических волнах.

Радиоэлектронные компоненты. Пассивные и активные радиоэлектронные компоненты. Толстопленочные резисторы. Основные типы постоянных и переменных резисторов. Конденсаторы. Типы, параметры и конструкции конденсаторов постоянной и переменной емкости. Линии задержки на поверхностных акустических волнах.

4. Физические основы и приборы квантовой электроники

Квантовомеханическое описание микрообъектов: волновая функция, ее физический смысл и математические свойства, уравнение Шредингера.

Операторы в квантовой теории: представление физических величин эрмитовыми операторами, их свойства, вычисление средних значений физических величин.

Оптические и безызлучательные переходы в квантовых системах. Спонтанное и вынужденное излучения. Постановка задачи о взаимодействии электромагнитного поля с веществом и основные выводы, свойства вынужденного излучения. Основные результаты ее решения.

Энергетические состояния и квантовые переходы в атомных системах. Оптические переходы в полупроводниках. Ширина и форма спектральных линий. Механизмы однородного и неоднородного уширения линий в газах и твердых телах.

Инверсия населенностей энергетических состояний. Коэффициент усиления лазерной среды. Принципы создания инверсной населенности. Насыщение, поглощение и усиление света.

Кинетические уравнения. Схемы работы лазеров. Взаимодействие различных типов колебаний. Самовозбуждение и насыщение усиления. Конкуренция мод, многомодовый режим. Нестационарная генерация. Модуляция добротности и синхронизация мод. Методы генерации сверхкоротких (фемтосекундных) импульсов света.

Оптические резонаторы. Основные типы: плоские, конфокальные, сферические, кольцевые. Устойчивость резонаторов. Типы колебаний, собственные частоты, добротность оптических резонаторов.

Нелинейные оптические эффекты. Преобразование частоты лазерного излучения, генерация гармоник, параметрическое усиление и параметрическая генерация света. Вынужденное рассеяние. Активная спектроскопия комбинационного рассеяния.

Мазеры. Мазер на пучке молекул аммиака. Мазер на пучке атомов водорода. Квантовый парамагнитный усилитель СВЧ.

Газовые лазеры: атомарные, ионные, молекулярные. Химические лазеры. Эксимерные лазеры. Устройство, принцип работы и сравнительные характеристики газовых лазеров.

Лазеры на свободных электронах.

Рентгеновские лазеры.

Твердотельные лазеры на диэлектрических кристаллах и стеклах: устройство, принцип работы, сравнительные характеристики. Рубиновый лазер. Лазеры на кристаллах и стёклах, активированных неодимом. Твердотельные перестраиваемые лазеры. Волоконные лазеры.

Жидкостные лазеры. Лазеры на органических красителях. Перестройка частоты жидкостных лазеров.

Полупроводниковые лазеры с электронной и оптической накачкой. Инжекционные лазеры на гетеропереходах. Инжекционные ДГС - лазеры. Полосковые лазеры. РО ДГС - лазеры. РОС-лазеры. Основные характеристики и конструкции полупроводниковых лазеров.

Основные применения приборов квантовой электроники в науке и технике.

5. Физические и физико-технологические принципы создания нанобъектов для устройств нанoeлектроники и приборов на квантовых эффектах

Фундаментальные основы кластерообразования. Модельные представления об устойчивых формах и массах кластеров. Принцип расчета кластерных серий с «магическими числами». Особенности кластеров и кластерных наносистем в зависимости от технологического генезиса (молекулярные, газофазные, твердотельные и коллоидные кластеры).

Полупроводниковые кластеры с оболочечной структурой. Матрично-изолированные кластерные наносистемы. Кластерные кристаллы. Клатраты. Электропроводящие и оптические свойства. Нанолазеры и светодиоды с регулируемой длиной волны.

Изменение магнитных свойств при переходе от коллективного магнетизма твердого вещества к оболочечному строению кластера. Магнитные фазовые переходы в кластере, Суперпарамагнетизм.

Межкластерные магнитные взаимодействия и взаимодействия с матрицей. Магнитные свойства наносистем. Гигантское магнетосопротивление. Суперферромагнетизм. Наносистемы для магнитной записи информации.

Фотохимические реакции с участием кластерных наносистем. Функциональная поверхность кластеров. Биомаркеры.

Полупроводниковые гетерокомпозиции с элементами пониженной размерности. Гетероструктурная концепция материалов оптоэлектроники. Свойства многокомпонентных твердых растворов. Изопериодные твердые растворы. Характер изменения физических и химических свойств от состава твердых растворов A^3B^5 , A^2B^6 и A^4B^6 . Модели инверсии зон. Интерполяционные зависимости параметра кристаллической решетки, значений энергетических зазоров в важнейших точках зоны Бриллюэна

Структуры с квантовыми ямами, множественными квантовыми ямами. Композиционные, легированные и комбинированные сверхрешетки. Квантовые провода. Квантовые точки. Наносистемы на базе квантоворазмерных элементов.

Эволюция материаловедческих задач. Контроль эпитаксиального роста. Самосборка и самоорганизация квантовых точек в полях упругой деформации.

Наноразмерный катализ. Наноприборы оптоэлектроники. Наноэлектроника на гетероструктурных нанопроводах.

Основные представления теории фракталов. Природа образования и свойства фрактальных кластеров и перколяционных наноконпозиционных кластеров Геометрические, алгебраические и стохастические фракталы. Фрактальная размерность.

Фрактальные нанобъекты, получаемые в различных нанотехнологических процессах. Компьютерное моделирование процессов образования фрактальных агрегатов. Модели диффузионно-ограниченной агрегации. Модели кластерно-кластерной агрегации.

Мультифракталы.

Особенности фрактальных нанобъектов, получаемых в золь-гель технологиях, в плазмохимических, реактивно ионно-плазменных и других процессах. Образование перколяционных фрактальных кластеров в наноконпозициях.

Основные элементы теории перколяции. Решеточные и континуальные задачи. Задача узлов. Задача связей. Вспомогательные геометрии. Покрывающие, включающие и дуальные решетки. Ориентированное протекание. Инварианты теории перколяции. Уровень протекания. Универсальные критические индексы. Фрактальная размерность перколяционного кластера вблизи порога протекания. Перколяционные сети и эволюция фрактальных кластеров.

Образование перколяционного кластера как геометрический фазовый переход. Возникновение аномальных свойств наноконпозиций в области порога протекания.

Моделирование перколяционных наносистем методом Монте-Карло. Метод обратных функций. Алгоритм Хушена - Копельмана – Кертжежа для идентификации кластеров в заданной перколяционной конфигурации. Экспериментальные результаты по анализу свойств в наносистемах из наночастиц различного типа «металл-диэлектрик», «магнит – немагнит», «проводник - сверхпроводник».

Роль размерных эффектов в индивидуальных наночастицах, вклад границ раздела и связь размеров наночастиц с физическими характеристическими параметрами.

Материаловедческие задачи формирования наносистем с монодисперсным распределением наночастиц по размерам. Принципы синтеза в нанореакторах. Синтез в обращенных мицеллах, жидких кристаллах, на функционализированных слоях, включая пленки Ленгмюра-Блоджетт. Разновидности темплатного порогенного синтеза.

Получение и применение структур с фуллеренами. Правило изолированных пентагонов. Теоретический вывод устойчивости форм фуллеренов. Полимерные структуры на основе фуллеренов. Наносистемы на основе интеркалированных фуллеритов. Эффект сверхпроводимости. Экзо- и эндодральные производные фуллеренов. Наносистемы сверхплотной записи информации на эндодральных производных. Наносистемы на экзопроизводных фуллеренах для эмиссионной наноэлектроники. Луковичные наноструктуры на основе фуллеренов. Диаграмма Шлегеля. Металлокарбоэдрены (M_8C_{12}).

Фуллереноподобные материалы для мягкой нанолитографии, наночернил, темплатного синтеза пористых материалов фотохимии и нанофотоники. Фуллеренолы.

Углеродные нанотрубки (УНТ) и принципы наноэлектроники на УНТ. Классификация углеродных нанотрубок по количеству слоев, хиральности и электрическим свойствам. ФторУНТ гетероструктуры. Диоды Шоттки, одноэлектронные транзисторы, логические схемы на основе ветвящихся УНТ. Гибридные и эндодральные наносистемы на основе УНТ. Легированные УНТ, кремниевые, нитридгаллиевые, борнитридные и карбонитридные тубулярные наноструктуры.

Графен. Биграфен. Графан. Фтор-графен. Особенности наноэлектроники на графеновой основе.

Топологические изоляторы и дихалькогениды переходных металлов
Топологические изоляторы Дихалькогениды переходных металлов

Интеркалированный и терморасширенный графит.

Материаловедческие особенности получения неорганических микро- и нанотрубок в композиционных наноструктурах с использованием сил упругой деформации (метод Принца). Гетероструктурные сверхрешетки и мембраны, микро- и нанокпилляры, сформированные по методу Принца.

Наноустройства на материалах со структурным фазовым переходом.

Технические устройства со сверхплотной оптической записью информации на основе материалов со структурным фазовым переходом в нанобластях.

Создание и применение пористых нано- и микросистем. Модельные представления об образовании и росте пор. Коалесценция пор. Фрактальные модели образования пор. Фотолюминесценция в пористом кремнии. Самоорганизация пор в оксиде алюминия при электрохимическом травлении алюминия. Квазиплатный синтез пористого кремния. Наносистемы с гигантским комбинационным рассеянием.

Щелевой кремний. Материаловедение фотонных кристаллов. Темплатный синтез с использованием полимерных материалов (блоксополимеров, дендримеров и других) и углеродных материалов в качестве порошков.

Наноматериалы для гибкой электроники. Материаловедческие особенности применения полимерных материалов для формирования микро- и наносистем методами нанопечати. Методы нанопечати, штампа с выдавленным рельефом, нанопечати с рельефной кромкой.

Полимерные чернила. Методы сканирующей зондовой микроскопии для наномодификации полимеров.

Инкорпорирование нанокластеров в дендримерах. Перспективы для оптоэлектроники и фотоники.

Гибридные органо-неорганические нанокомпозиты. Конструкционные и сенсорные устройства на основе органо-неорганических нанокомпозитов. Мембраны. Суперконденсаторы. Максены. Перспективы использования в микро- и нанопечати водородной энергетики. Биоматериалы

Гибридные наносистемы органических, неорганических и биоматериалов. Использование в построении наносистем биологических архитектур. Развитие неорганических наносистем с использованием приемов ДНК-синтеза. Молекулярная электроника. Перспективы разработки материаловедческих основ молекулярного квантового компьютера

6. Физические основы и приборы нанoeлектроники

Наноструктуры с квантовым ограничением за счет приложенного внешнего электрического поля. Структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-структуры; структуры с расщепленным затвором. НЕМТ- транзисторы)

Наноструктуры с квантовым ограничением за счет внутреннего (встроенного) электрического поля. Дельта-легированные и n-i-p-i структуры; модуляционно-легированные структуры; квантовые ямы, периодические квантовые ямы

Особенности транспорта при воздействии электрического поля. Баллистический транспорт в полупроводниках субмикронных приборах и углеродных нанотрубках. Фазовая интерференция электронных волн. Реализации магнитного эффекта Ааронова – Бома в кольцевых тонкопленочных структурах и углеродных нанотрубках; эффект расщепления траектории движения электронов в твердом теле под действием атома примеси; универсальные флуктуации проводимости

Приборы на интерференционных эффектах: Квантовый интерференционный транзистор, его конструкция; Кольцевая конструкция электронного интерференционного транзистора; Полевой транзистор на отраженных электронах. Полевой транзистор на преломленных электронах; Преломляющий переключатель для баллистических электронов, его структура и принцип работы.

Явление резонансного туннелирования. Энергетическая диаграмма и вольт-амперная характеристика типичной двухбарьерной структуры с квантовой ямой. Отрицательное дифференциальное сопротивление

Приборы нанoeлектроники на основе резонансного туннелирования:

Резонансно-туннельный диод и транзистор. включая резонансно-туннельный транзистор на горячих электронах; транзисторные структуры в виде управляемых затвором резонансно-туннельных диодов и логические элементы на резонансно-туннельных приборах,

Физические основы и приборы одноэлектроники, Одноэлектронное туннелирование Явление кулоновской блокады, Однобарьерные структуры, Двухбарьерные структуры . Кулоновская лестница. Упругое и неупругое сотуннелирование

Современные приборы на одноэлектронном туннелировании Одноэлектронный транзистор. Одноэлектронная ловушка. Одноэлектронный турникет и генератор накачки Генераторы на одноэлектронных транзисторах. Стандарты постоянного тока. Стандарты температуры.

Управляемые напряжением и управляемые зарядом логические элементы

Спин-зависимый транспорт носителей заряда. Физические основы гигантского магнитосопротивления и спин-зависимого транспорта. Перспективы спинтроники. Эффект гигантского магнитосопротивления в тонкопленочных структурах Явление осциллирующего обменного взаимодействия. Спин-поляризованный транспорт электронов через слоистые структуры

Манипулирование спинами носителей заряда в полупроводниках: расщепление состояний носителей заряда по спинам; эффект Рашбы; конкуренция спин-орбитального взаимодействия и квантового ограничения в двумерных системах; инжекция носителей заряда с определенным спином; механизмы переноса спин-поляризованных носителей заряда (механизм БираАронова-Пикуса, механизм Эллиота-Яфета, механизм Дьяконова-Переля); определение спина носителей заряда. Эффект Кондо

Современных спинтронные приборы, такие как: магнитная головка воспроизведения на гигантском магнитосопротивлении; энергонезависимая память на гигантском магнитосопротивлении; энергонезависимая память на спин-зависимом туннелировании; Перспективы развития наноэлектроники и спинтроники.

7. Широкополосные сети информационного обмена

Гауссовский канал и классические задачи приема сигналов. Прием и оптимизация сигналов в системах двоичной передачи. Прием сигналов в системах M -ичной передачи. Ресурсный обмен между выигрышем от ортогонального кодирования и шириной полосы. Ортогональные ансамбли простых и широкополосных сигналов. Оценка параметров сигнала: постановка задачи и критерии качества. Выбор сигналов в задачах амплитудно-фазовых измерений. Корреляционные функции сигналов и их роль в измерительных задачах. Измерение запаздывания сигналов. Широкополосные сигналы для измерения запаздывания и эффект временного сжатия. Измерение частоты и параметры, определяющие его точность. Совместные частотно-временные измерения: приоритет широкополосных сигналов. Функция неопределенности. Выбор сигналов в задачах разрешения по времени и частоте. Широкополосные сигналы и помехоустойчивость к узкополосным и заградительным помехам.

Широкополосная передача как средство достижения энергетической скрытности и криптозащиты. Электромагнитная совместимость широкополосных систем. Эффекты распространения сигналов в беспроводных системах. Затенение и многолучевой фединг. Канал с рэлеевскими замираниями. Методы борьбы с многолучевыми замираниями. Пространственное, частотное и временное разнесение. Широкополосные сигналы и реализация многолучевого разнесения. RAKE приемник. Множественный доступ, многопользовательский и однопользовательский прием. Методы множественного доступа и утилизация частотно-временного ресурса. Синхронное кодовое разделение. Асинхронное кодовое разделение. Оценка уровня помех множественного доступа. Асинхронный вариант CDMA в системах с сотовой топологией.

Модели и классификация дискретных сигналов. Корреляционные функции АФМ и ЧМ сигналов. Выигрыш от обработки. Требования к АКФ в системах измерения времени и временного разрешения. Непрерывные сигналы для измерения запаздывания (на примере ЛЧМ сигнала).

Критерии синтеза ФМ сигналов с хорошими автокорреляционными свойствами. ФМ сигналы с идеальной апериодической АКФ (коды Баркера). Границы боковых лепестков периодической АКФ и минимаксные последовательности. Бинарные последовательности максимальной длины. Простые поля, примитивные элементы, двузначные характеры. Последовательности символов Лежандра (квадратичных вычетов). Краткий обзор других типов минимаксных последовательностей. Дискретные сигналы с нулевым уровнем боковых лепестков на временной оси на основе минимаксных последовательностей. Многофазные последовательности с идеальной периодической АКФ. Троичные последовательности с идеальной периодической АКФ. Фильтры подавления боковых лепестков ФМ сигналов и условия их реализуемости. ЧМ сигналы с оптимальной апериодической АКФ.

Прямое расширение спектра (ПРС) в системах с кодовым разделением. Расширение спектра в системах с прыгающей частотой. Выбор сигнатурных ансамблей в синхронных ПРС CDMA системах. Критерии выбора ансамблей сигнатур для систем с CDMA при

однопользовательском приеме. Границы упаковки. Примеры многофазных и бинарных оптимальных ансамблей дискретных сигнатур. Алгоритмы поиска широкополосных сигналов по времени и частоте. Ресурсы ускорения процедур поиска. Структура и характеристики петли автосопровождения сигнала по времени (АПВ). Когерентный и некогерентный дискриминаторы «раннийпоздний». Расчет шумовой ошибки петли АПВ.

8. Основы теории кодирования и шифрования современных РТС

Определение количества информации. Математическая модель источника информации. Дискретные и непрерывные источники. Энтропия дискретного источника. Кодирование дискретного источника. Префиксные коды и неравенство Крафта. Средняя длина кодового слова.

Теоремы кодирования элементарных сообщений источника. Методы статистического кодирования Шеннона-Фано и Хаффмена. Теорема кодирования для дискретных источников без памяти (неравномерные и равномерные коды). Словарные коды. Алгоритм Лемпеля-Зива. Взаимная информация, остаточная энтропия, пропускная способность канала. Ошибка декодирования. Неравенство Фано. Теоремы кодирования для канала. Информационная емкость двоичного симметричного канала без памяти и двоичного симметричного канала со стиранием. Взаимная информация для непрерывных ансамблей. Относительная (дифференциальная) энтропия. Информационная емкость непрерывных каналов. Формула и граница Шеннона.

Общая идея канального кодирования и классификация кодов. Евклидово и хэммингово расстояние. Декодирование по максимуму правдоподобия и минимуму расстояния. Исправляющая способность кода. Ключевые параметры блочных кодов. Важнейшие границы теории кодирования: Хэмминга, Плоткина и Гильберта и их асимптотические варианты. Энергетический выигрыш от кодирования. Мягкое и жесткое декодирование. Математические основы линейных блочных кодов: введение в теорию конечных полей, линейное векторное пространство над конечными полями. Линейные коды и их порождающие матрицы. Проверочная матрица и ее связь с кодовым расстоянием. Примеры линейных кодов: коды Хэмминга, симплексные, ортогональные и Рида-Маллера. Расширенные и укороченные коды. Стандартное расположение. Синдромное декодирование линейных кодов. Полиномиальное представление линейных кодов. Арифметика полиномов. Порождающий и проверочный полиномы циклического кода. Систематический циклический код. Порождающая и проверочная матрица циклического кода. Циклические кодеры и декодеры. Синдромное декодирование циклических кодов. Расширенные конечные поля. Мультипликативный порядок элементов поля. Примитивные элементы. Некоторые свойства расширенных конечных полей. Корни многочленов над конечными полями. Построение многочленов на основе заданных корней. Двоичные БЧХ-коды. Коды Рида-Соломона.

Каналы с памятью и пакетные ошибки. Коды, исправляющие пакеты ошибок. Перемежение.

Введение в сверточные коды. Диаграмма состояний и решетчатая диаграмма сверточного кода. Свободное расстояние. Передаточная функция сверточного кода. Алгоритм декодирования Витерби. Мягкое декодирование сверточных кодов. Турбо-коды.

Симметричные системы шифрования. Блок-схема системы секретной связи. Совершенная и практическая стойкость шифра, требования к ключам. Поточные шифры, скремблирование.

Системы шифрования с открытым ключом. Понятие об односторонних функциях. Система шифрования RSA и Диффи–Хэллмана. Цифровая подпись.

9. Цифровая связь

Линейная цифровая модуляция: фазовая, квадратурная. Принципы приема и оценка помехоустойчивости в АБГШ-канале. Формирование спектра, условие отсутствия межсимвольной интерференции.

Нелинейная цифровая модуляция: частотная, частотная с непрерывной фазой, в том числе со сглаживанием. Принципы когерентного и некогерентного приема, оценка помехоустойчивости в АБГШ-канале.

Методы статистической радиотехники в системах цифровой связи: различение сигналов и оценивание параметров сигналов. АБГШ-канал и его пропускная способность. Предельные соотношения между помехоустойчивостью и спектральной эффективностью. Достижимые соотношения между помехоустойчивостью и спектральной эффективностью для некодированной модуляции.

Причины возникновения межсимвольной интерференции (МСИ), математическая модель канала с МСИ. Оптимальный алгоритм приема сигнала (алгоритм Витерби).

Причины возникновения межсимвольной интерференции (МСИ), математическая модель канала с МСИ. Линейный эквалайзер. Эквалайзер с обратной связью по решению.

Многочастотная модуляция (технологии OFDM, DMT). Формирование и прием сигнала с помощью дискретного преобразования Фурье. Циклический префикс. Эквалайзер в частотной области. Достоинства и недостатки многочастотных систем.

Излучение, распространение и прием радиоволн. Энергетические соотношения в радиолинии. Многолучевое распространение радиоволн.

Причины возникновения замираний. Математические модели каналов с замираниями. Оценка помехоустойчивости различных видов модуляции в рэлеевском канале связи.

Идея разнесения. Способы организации разнесенного приема. Способы обработки принятых сигналов и соответствующий выигрыш в помехоустойчивости.

Переमेжение как способ борьбы с группированием ошибок. Блочные и сверточные переमेжители. Понятие пространственно-временного кодирования.

Понятие о расширении спектра. Достоинства систем с расширением спектра. Прямое расширение спектра. RAKE-приемник.

Понятие о расширении спектра. Достоинства систем с расширением спектра. Псевдослучайная перестройка частоты.

Понятие разделения каналов. Частотно-временной ресурс. Временное и частотное разделение каналов.

Понятие разделения каналов. Частотно-временной ресурс. Кодовое разделение каналов. Понятие о многопользовательском приеме.

Задачи синхронизации. Ухудшение помехоустойчивости из-за ошибок синхронизации. Классификация алгоритмов синхронизации: замкнутые и разомкнутые, с использованием и без использования данных, отдельные и совместные.

Задача фазовой синхронизации. Ухудшение помехоустойчивости из-за ошибок фазовой синхронизации. Алгоритмы фазовой синхронизации.

Задача тактовой синхронизации. Ухудшение помехоустойчивости из-за ошибок тактовой синхронизации. Алгоритмы тактовой синхронизации.

Роль помехоустойчивого кодирования в системах цифровой связи. Классификация кодов и способы оценки помехоустойчивости в системах с кодированием.

Понятие сигнально-кодовой конструкции. Решетчатые сигнально-кодовые конструкции: принципы построения и декодирования.

Понятие сигнально-кодовой конструкции. Многоуровневая кодированная модуляция: принципы кодирования и декодирования.

10. Оптическая связь и обработка информации

Акустооптическое взаимодействие: режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга, акустооптические модуляторы и дефлекторы.

Скалярная теория дифракции: формулы Гюйгенса-Френеля и Релея-Кирхгофа, границы их применения.

Преобразование световых полей элементами оптических систем (участок свободного пространства, тонкая линза).

Принцип пространственной фильтрации: голографические фильтры Вандер-Люгта, согласованные фильтры.

Акустооптические процессоры корреляционного типа с пространственным и временным интегрированием: принципы работы схем, сравнительные характеристики.

Акустооптические процессоры спектрального типа с пространственным и временным интегрированием: принципы работы схем, сравнительные характеристики.

Физические основы распространения светового излучения по оптическому волокну: модовый состав, дисперсия, потери.

Оптические кабели и разъемы: конструкции, параметры. Волоконно-оптические многополюсники, разветвители, нейтральные и селективные, принцип действия, параметры

Источники излучения для оптического волокна: светодиоды и лазерные диоды, их характеристики, структура оптического передающего модуля.

Фотоприемные устройства волоконно-оптических систем передачи (ВОСП): лавинные и р-і-n фотодиоды, их технические характеристики.

Структурная схема, основные функциональные блоки цифровой ВОСП, их назначение и характеристики.

11. Радиолокационные и радионавигационные системы и комплексы

Радиолокационные объекты как источники вторичного излучения. Характеристики радиолокационного рассеяния. Эффективная площадь рассеяния. Диаграммы рассеяния. Матрицы рассеяния.

Радиотехнические методы измерения координат и их производных. Поверхности положения. Линия положения. Основные методы местоопределения.

Дальность действия радиолинии. Баланс радиолинии с активным ответом. Основное уравнение радиолокации. Обобщенное уравнение радиолокации.

Влияние отражение от подстилающей поверхности на дальность действия РЛС. Влияние кривизны Земли. Реализация корреляционного приемника в виде коррелятора и согласованного фильтра (сигнал со случайными параметрами).

Функция неопределенности и ее связь с выходом корреляционного приемника (согласованный фильтр и коррелятор). Свойства функции неопределенности.

Взаимная функция неопределенности. Физическая интерпретация и свойства.

Функция неопределенности одиночного импульса и периодической бесконечной и конечной импульсных последовательностей (РИП).

Принципы и методы измерения дальности. Импульсный, частотный, фазовый методы. Измерение скорости и угла сноса доплеровским методом.

Методы защиты от пассивных помех. Некогерентный метод селекции движущихся целей. Системы с внутренней и внешней когерентностью. Слепые скорости и борьба с ними. Импульсно-доплеровские РЛС.

Методы измерения угла прихода электромагнитных волн: амплитудный (методы максимума, минимума и равносигнальный) и фазовый. Точность и разрешающая способность при измерении угловых координат. Радиолокационные станции бокового обзора с синтезированием апертуры.

Радиосистемы ближней навигации: дальномерные, угломерно-дальномерные.

Системы инструментальной посадки самолетов.

Радиосистемы дальней навигации: импульсные, импульсно-фазовые, фазовые разностнодальномерные системы.

Общие принципы построения СРНС. СРНС I поколения: Транзит.

СРНС II поколения: GPS. Система ГЛОНАСС. Принципы решения навигационной задачи в СРНС.

Дифференциальный режим СРНС

12. Методы микро- и нанотехнологии

Электронная, микроэлектронная и наноэлектронная технологии, эволюция технологии и элементной базы, переход от субмикронной технологии к нанотехнологии. Принципы структурного проектирования. Перспективы развития нанотехнологии и наноэлектроники, квантовые и биологические системы.

Электронная литография. Основные представления. Проекционная и сканирующая электролитография. Мультиплицирование. Процессы совмещения, реперные метки.

Основные характеристики резистов.

Ионная имплантация. Основные понятия. Физические представления о процессах взаимодействия ионов с твердым телом. Моделирование процесса ионной имплантации. Траекторный и проективный пробег, страгглинг.

Понятие о дисперсности. Диспергирование. Дисперсная и дисперсионная среда. Коллоидные системы. Понятие о золе и геле.

Понятия об ультратонкой пленке, нити и частице. Фактор поверхности, критерий ультрадисперсности. Размерные эффекты.

Физические и химические свойства наноразмерных частиц. Магические числа. Понятие о твердом теле, теория остова, аморфные и кристаллические структуры.

Ультрадисперсные порошки и кластеры. Методы диспергирования и конденсации.

Синтез и стехиометрия микро- и нанослоев. Хемосорбция. Понятия о поверхностном химическом соединении и поверхностной химической реакции. Строение и свойства поверхностных химических соединений. Нитевидные кристаллы, "усы" и волокна.

Общие принципы молекулярной электроники и молекулярной технологии. Молекулярные технологии и молекулярное наслаивание. Пленки Ленгмюр - Блоджетт.

Классический размерный эффект. Квантовый размерный эффект.

Принцип действия туннельного и атомно-силового микроскопа. Методы массопереноса в нанотехнологии, иницируемые туннельно-зондовыми методами. Методы полевого испарения, осаждения из газовой фазы, осаждения из жидкой фазы, механической деформации, полевой нанодеформации, изменения фазового состава.

Лазерный атомно-силовой микроскоп. Физические основы туннельно-зондовой технологии. Основные факторы, определяющие процессы туннельно-зондовой технологии.

Адсорбция примесей и газов на идеально чистой поверхности. Влияние газовой среды на массоперенос между иглой СТМ и подложкой.

Автоэлектронные катоды (АЭК) в вакуумной наноэлектронике.

Основополагающие идеи одноэлектроники. Дискретное туннелирование одиночных носителей тока через туннельные барьеры. Условия, необходимые для наблюдения одноэлектронных эффектов.

Понятие о кулоновской блокаде. Туннельный переход, реализуемые конструкции. Кулоновская лестница. Квантовые размерные эффекты, связанные с кулоновской блокадой.

Классификация одноэлектронных приборов и их конструктивное воплощение: на основе сканирующего туннельного микроскопа, на основе сэндвичевых структур, на основе массивов квантовых точек.

13. Численные методы электродинамики и САПР микроволновой техники. Микроволновая техника. Электродинамическое моделирование

Волны в сложных волноведущих структурах: волновое уравнение. электродинамические векторные и скалярные потенциалы. Классификация электромагнитных волн в сложных волноведущих структурах. Дисперсия ТМ и ТЕ волн. Граничные условия в задачах электродинамики. Граничные условия на диэлектрических, магнитных и проводящих поверхностях. Условия на ребре. Изучение граничного условия на тонком металлическом ребре. Проекционная модель уравнений Максвелла. Ортогональные ряды. Основы проекционного метода. Проекционная схема Бубнова-Галёркина. Проекционная схема для уравнений Максвелла. Основы вариационного исчисления в задачах электродинамики: уравнение Эйлера. Вариационные принципы в задачах электродинамики. Прямой метод вариационных задач - метод Ритца. Вариационная форма уравнений Максвелла. Метод конечных элементов в задачах электродинамики. Решение задачи электростатики методом конечных элементов.

Фильтры на сосредоточенных элементах. Виды АЧХ. Способы реализации. Фильтры-мультиплексоры. Методика синтеза СВЧ фильтров на сосредоточенных элементах. Фильтры на распределенных элементах. Схемная и конструктивная реализация. Сравнительные характеристики. Мостовые устройства. Схемы, принцип работы. Сверхбыстродействующие транзисторы. Физические основы работы. ПТ на гетероструктурах (HEMT). Транзисторы на горячих электронах. Транзисторы с проницаемой базой. Методика синтеза малошумящих усилителей.

Устойчивость транзисторных усилителей. Усилители мощности. Синтез узкополосных и широкополосных согласующих цепей. Корректирующие цепи. Паразитные явления в транзисторных усилителях и борьба с ними. Биполярные и полевые мощные СВЧ транзисторы. Конструкции. Особенности работы.

СВЧ транзисторы на широкозонных полупроводниках.

Линейные усилители мощности СВЧ. Способы линеаризации. Структурные схемы линейных усилителей.

Широкополосные усилители. УРУ.

Автогенераторы СВЧ. Импедансный критерий устойчивости колебаний.

Схемы автогенераторов СВЧ.

Стабилизация частоты СВЧ автогенераторов. Схемы ГУН.

Примеры построения антенн базовых станций и мобильных терминалов Генераторы на ЛПД. Физические основы работы. IMPATT режим.

Основные уравнения и параметры длинных линий: волновое сопротивление, фазовая скорость, коэффициент затухания. Длинная линия с нагрузкой. Коэффициент отражения от нагрузки. Трансформация сопротивления нагрузки в длинной линии. Входное сопротивление отрезка длинной линии с нагрузкой. Свойства полуволновых и четвертьволновых отрезков длинной линии. Реактивные шлейфы. Планарные линии передачи электромагнитных волн, их сравнительные характеристики. Эффективная диэлектрическая проницаемость линии. Связанные линии передачи.

Матричное описание линейных многополюсников СВЧ. Волновая матрица рассеяния. Классическая и волновая матрицы передачи. Матрица сопротивлений. Матрица проводимостей.

Резонатор на отрезке линии передачи. Определение условия резонанса для различных нагрузок на концах. Распределение напряжения и тока по длине резонатора. Характеристики резонатора: резонансная частота, собственная, внешняя и нагруженная добротность, коэффициент передачи, вносимое затухание, частотная избирательность.

Расчет симметричных СВЧ-устройств методом синфазно-противофазного возбуждения. СВЧ делители-сумматоры мощности: определения и свойства, основные характеристики, классификация. Согласованный шестиполосный делитель-сумматор мощности (мост Уилкинсона). Направленные ответвители (НО): определение, свойства, основные характеристики. Шлейфные НО. Кольцевой НО длиной 1.5λ . НО на связанных линиях. Сравнительные характеристики НО различных типов. Работа НО в режиме делителя и сумматора мощности.

СВЧ-ключи и переключатели. Определение и свойства. Идеальный ключ. Параметр коммутационного качества ключа. Управляющие элементы: р-і-п-диод, ПТШ, МЭМС, их сравнительные характеристики. Цепи смещения.

СВЧ-фазовращатели (ФВ): аналоговые и дискретные. ФВ на переключаемых линиях. ФВ типа периодически нагруженной линии. Проходные ФВ на гибридных устройствах. Многоуровневые ФВ. Сигнальные графы СВЧ-устройств. Основные определения и свойства. Правило Мэсона для расчета графа сложного СВЧ-устройства. Коэффициент усиления транзистора. Условие двустороннего согласования. Физическая реализуемость режима двустороннего согласования. Окружность фиксированного усиления. Критерии устойчивости транзистора. Графо-аналитический метод анализа устойчивости транзистора.

Общие сведения о методах моделирования полей. Общность уравнений для описания полей различной физической природы в РЭУ. Метод конечно-разностной аппроксимации потенциальных уравнений. Задание источников и граничных условий Электрические модели конечно-разностных аппроксимаций потенциальных уравнений. Метод конечных разностей во временной области. Сходимость, устойчивость и ошибки конечно-разностных аппроксимаций.

Общая формулировка метода моментов. Особенности алгоритмической реализации метода моментов для плоско-слоистой области. Особенности алгоритмической реализации метода моментов для проволочной аппроксимации. Метод конечных элементов для статических полей. Метод конечных элементов при наличии источников возбуждения. Метод согласования мод и его использование для моделирования волноводных устройств. Метод минимальных автономных блоков

14. Схемотехническое проектирование средствами САПР

Основные задачи компьютерного проектирования РЭС. Виды обеспечения САПР. Классификация моделей РЭС. Базовые компоненты для программ моделирования. Электрические модели пассивных компонентов. Электрические модели биполярного транзистора. Электрические модели полевого транзистора. Макромодели операционного усилителя.

Топологические основы формирования математической модели. Моделирование РЭС методом узловых потенциалов. Моделирование РЭС с помощью A – матрицы передачи. Моделирование РЭС с помощью Y – матрицы проводимостей.

Методы учета разброса параметров элементов в случае малых отклонений. Методы учета разброса параметров элементов в случае больших отклонений.

Модели цифровых сигналов и устройств на логическом и физическом уровне. Особенности моделирования цифровых устройств многозначными алфавитами. Сквозное синхронное моделирование цифровых устройств двоичным алфавитом. Сквозное синхронное моделирование цифровых устройств многозначными алфавитами. Событийное синхронное моделирование цифровых устройств двоичными алфавитами. Асинхронное моделирование цифровых устройств.

Методы решения задачи линейного программирования. Методы решения задачи нелинейного программирования. Методы поиска экстремума функции одной переменной. Методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Случайные методы поиска экстремума функции нескольких переменных. Методы поиска экстремума функции при наличии ограничений. Методы решения систем линейных уравнений. Методы решения нелинейного уравнения. Методы решения систем нелинейных уравнений. Методы решения задачи интерполяции. Методы решения задачи аппроксимации. Методы численного дифференцирования. Методы численного интегрирования. Методы решения ОДУ.

15. Техника телевидения и видеотехника

Основы теории телевизионной передачи

Модели системы связи. Модели сигналов и помех. Критерии качества и ограничения. Телевизионная система (ТВС). Формирование изображения на входе ТВС.

Зрительное восприятие. Зрительная система человека. Восприятие яркости и мерцающих изображений. Восприятие пространства. Цветовое зрение. Цветовое пространство.

Колориметрические системы. Цветовые измерения и расчеты.

Слуховое восприятие. Психоакустические характеристики слуха.

Формирование сигнала изображения. Теория сканирования. Характеристики разложения. Построение телевизионного раstra. Характеристики разлагающего устройства. Синхронизация процессов анализа и синтеза изображений.

Фотоэлектрические преобразователи изображений

Принципы зарядовой связи. Линейные ПЗС. Матричные ПЗС. КМОП-сенсоры. Сравнение ПЗС и КМОП фотоприемников. Многосигнальные фотоприемники.

Чувствительность и разрешающая способность фотоприемников. Ложные сигналы в фотоприемниках.

Аналоговое и цифровое кодирование сигналов изображения

Качество информации и качество изображения. Основная теорема Шеннона для канала с шумом. Понятия о доминантной и шумовой информации, информационный риск.

Спектральные характеристики и цветокоррекция. Системы цветного телевидения с частотным уплотнением спектра и временным уплотнением сигналов. Цифровое кодирование сигналов изображения без потерь и с потерями. Кодирование в пространственной и в частотной областях; обобщенное (векторное) кодирование. Форматы сжатия изображений JPEG и MJPEG. Передача аналоговых и цифровых сигналов изображения по каналам связи. Совместимые композитные и компонентные системы цветного телевидения.

Видеопроизводство

Этапы видеопроизводства. Создание листа редактирования (EDL), титрование.

Видеоэффекты. Схемотехника аппаратуры микширования. Понятие силуэтного сигнала. Компьютерные технологии генерации видеоинформации.

Сборка видеопродукта, создание оригинала. Автосатизация телевизионного вещания.

Воспроизведение изображений

Обработка сигнала в телевизионном приемнике. Декодирование сигнала цветности. Обработка сигнала звукового сопровождения.

Кинескопы. Жидкокристаллические, плазменные, автоэмиссионные экраны. Дисплеи на основе технологий PLED, "электронных чернил", квантовых точек. Проекционные устройства.

Консервация сигналов изображения и звука

Оптическая видеозапись. Принципы образования питов на дорожке записи. Способы записи информации на оптические диски (CLV-диски, CAV-диски). Запись видеоинформации на HDD и карты памяти.

Анализ и обработка видеоинформации

Оценивание пространственных информационных полей, объектов на них. Обнаружение и оценивание сигналов. Селекция сигналов по пространственным, по временным признакам и по спектральным признакам.

Бинарная задача. Параметрическая неопределенность. Обнаружение на сложном фоне. Критерии качества: средний риск и его варианты.

16. Вакуумная и плазменная электроника

Рабочие среды, используемые в вакуумных и плазменных приборах и устройствах. Ионизованный газ и плазма (определение, слабо- и сильно- ионизованная плазма). Плазма положительного столба разряда и модели для ее описания. Эмиссионные свойства плазмы.

Свойства газовых разрядов и их применение в науке и технике. Способы ускорения плазменных потоков. Влияние магнитного поля на свойства плазмы. Применение закона «степени 3/2» в вакууме и плазме. Мощные генераторные и усилительные приборы с квазистатическим управлением.

Фотоэлектронные приборы. Электронные пушки для формирования неинтенсивных пучков. Электронные пушки для формирования интенсивных пучков. Формирование потоков заряженных частиц в системах с плазменными эмиттерами. Приборы и устройства

несамостоятельного разряда. Плазменные панели. Водородные тиратроны и таситроны. Разрядники. Коммутаторы с холодным катодом. Плазменные ускорители с анодным слоем. Торцевые Холловские ускорители.

Плазменные системы для ионной очистки и травления на постоянном токе. Плазменные системы для ионной очистки и травления на переменном токе. Плазменные источники быстрых нейтралов. Плазменные источники электронов. Плазменные источники ионов. Вакуумные дуговые испарители. Магнетронные системы распыления. Термоионные системы осаждения. Методы и устройства генерации потоков кластеров. Использование плазмы для получения энергии.

17. Рентгеновский контроль и диагностика

Физические основы формирования рентгеновского излучения. Рентгеновский излучатель. Рентгеновское питающее устройство. Устройства для формирования потока рентгеновского излучения.

Основные параметры рентгеновского изображения. Особенности аналогового и цифрового рентгеновского изображения. Амплитудно-контрастный и фазоконтрастный способы повышения качества изображения

Электрохимические детекторы. Рентгеновские плёнки их характеристики. Люминесцирующие экраны. Экраны на основе фотостимулируемых люминофоров. Твердотельные координатно-чувствительные рентгеновские детекторы. Приборы с зарядовой связью.

Современные рентгенотелевизионные комплексы. Защитные камеры. Требования к источникам излучения. Одноэнергетичная съемка. Двухэнергетичная съемка. Методы обработки изображений и повышение качества снимков. Досмотровые комплексы для крупногабаритных грузов. Рентгеновские комплексы для медицины. Комплексы общего назначения. Стоматологические комплексы. Комплексы для маммографии.

Рентгеновские аппараты для структурного анализа. Конструкции дифрактометров. Рентгеновские аппараты для спектрального анализа. Кристалл-дифракционные спектрометры. Сканирующие и многоканальные спектрометры. Энергодисперсионные спектрометры. Анализаторы для контроля в потоке.

Газовые ионизационные детекторы. Ионизационные камеры. Газовое усиление. Пропорциональные счётчики. Счётчики Гейгера-Мюллера. Газовые сцинтилляционные счётчики. Газовые координатно-чувствительные детекторы рентгеновского излучения. Сцинтилляционные детекторы. Полупроводниковые детекторы.

Литература

К разделу 1-6

1. Нанотехнология (Физика. процессы, диагностика, приборы) Под ред. В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова -М.: Физматлит, 2006
2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. - М.: Наука, 1977
3. Шалимова К.В. Физика полупроводников. - М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Сорокин В.С. Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева Материалы и элементы электронной техники. В 2-х т. - М.: Академия, 2006
5. Наночастицы, наносистемы и их применение. Ч.1. Коллоидные квантовые точки /Под ред Мошников В.А., Александровой О.А. — Уфа: Аэтерна, 2015. — 236 с.
6. Наночастицы, наносистемы и их применение. Часть 2. Углеродные и родственные слоистые материалы для современной наноэлектроники./Под ред Мошников В.А., Александровой О.А. — Уфа: Аэтерна, 2016. — 330 с.
7. Мошников В.А., Спивак Ю.М., Алексеев П.А., Пермяков Н.В. Атомно-силовая микроскопия для исследования наноструктурированных материалов и приборных структур Учебное пособие. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. — 144 с
8. Химические методы получения керамических и полимерных наноматериалов из жидкой фазы
/Под ред Лучинин В.В и Шиловой О.А.
Санкт-Петербург, 2013. Сер. Физика и технология микро- и наносистем , 218 с.
9. Гареев Г.З., Лучинин В.В. Терагерцовые системы и технологии (обзор современного состояния) /СПбГЭТУ «ЛЭТИ» , СПб., 2015, 228с
10. Физика и технология микро - и наносистем (ред Лучинин В.В.) СПб.: Русская коллекция, 2011. 240 с.
11. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников и диэлектриков. - М.: Высшая школа, 1982.
12. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. – СПб.: Лань, 2006.
13. Пихтин А.Н. Квантовая и оптическая электроника. - - М. : Абрис, 2012. - 655 с
14. Пичугин И.Г., Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых приборов. - М.: Высшая школа, 1984.
15. Гареев К.Г., Мирошкин В.П. Физические основы магнитных материалов /СПбГЭТУ «ЛЭТИ» , СПб., 2014, 408с.
16. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. – СПб.; Лань. 2002
17. Барыбин А.А., Сидоров В.Г. Физико-технологические основы электроники. СПб.: Лань, 2001, 272 с.
18. Барченко В.Т., Быстров Ю.А., Колгин Е.А. Ионно-плазменные технологии в электронном производстве. СПб.: Лань, 2001, 254 с
19. Золь-гель технология микро- и нанокомпозитов-/ В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, Т.В. Хамова, О.А. Шилова - СПб.: Лань, 2013
20. Панов М.Ф., Соломонов А.В., Филатов Ю.В. Физические основы интегральной оптики. - М.: Академия, 2010.
20. Наноэлектроника / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина. –М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. -223 с.

21. Основы нанoeлектроники / В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. –М.: Логос. 2006. - 496 с

К разделу 7

1. Радиотехнические системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений/[Ю.М. Казаринов и др.]; под ред. Ю.М. Казаринова.– М: Издательский центр «Академия», 2008.– 592 с.
2. В.П. Ипатов, О.М. Заславская, и др. Обнаружение и различение сигналов радиотехнических систем.: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. 76 с.
3. В.П. Ипатов, О.М. Заславская, и др. Измерение параметров сигналов радиотехнических и телекоммуникационных систем: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. 84 с.
4. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова.– Горячая линия–Телеком, 2003.– 272 с.
5. Ипатов В.П. Периодические дискретные сигналы с оптимальными корреляционными свойствами.– М.: Радио и связь, 1992. – 152 с.
6. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / Пер. с англ. под ред. автора.– М.: Изд-во Техносфера, 2007.– 488 с.

К разделу 8

1. Ипатов В.П., Самойлов И.М., Смирнов В.Н. Основы теории связи: Учебное пособие / СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПб., 1999. 80с.
2. Основы теории информации: Учебное пособие /Г.В. Анцев, В.П. Ипатов, И.М. Самойлов; Под ред. В.П. Ипатова. СПб.: «Агентство «ВиТ-принт», 2004. 112с.
3. Васильев К.К., Новосельцев Л.Я., Смирнов В.Н. Основы теории помехоустойчивых кодов. Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 91с.
4. Системы мобильной связи: Учеб. пособие/ В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов: Под ред. В.П. Ипатова. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. 80с.
5. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов/ В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова.– Горячая линия–Телеком, 2003.– 272 с.
6. Радиосистемы передачи информации: Учебное пособие для вузов/ В.А. Васин, В.В. Калмыков, Ю.Н. Себякин, А.И. Сенин, И.Б. Федоров; под ред. И.Б. Федорова и В.В. Калмыкова.– М.: Горячая линия–Телеком, 2005. – 472 с.

К разделу 9

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского. — М.: Радио и связь, 2000.
3. Волков Л. Н., Немировский М. С., Шинаков Ю. С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: учеб. пособие. — М.: Эко-Трендз, 2005.
4. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие для вузов. — М.: Горячая линия–Телеком, 2007. — 432 с.
5. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. Пер. с англ. — М.: Техносфера, 2005.

К разделу 10

1. В.И. Дудкин, Л.Н. Пахомов. Квантовая электроника. Приборы и их применение.-М: Техносфера, 2006
2. Оптические устройства в радиотехнике: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред. В.Н. Ушакова.- М.: Радиотехника, 2005.
3. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. - Изд. МЭИ, М., 2000.
4. Девид Бейли, Эдвин Райт. Волоконная оптика: теория и практика. - М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2006.
5. О.К. Складов. Современные волоконно-оптические системы передачи: аппаратура и элементы.-М.: Солон-Р, 2001.

К разделу 11

1. Радиотехнические системы: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / [Ю.М. Казаринов и др.]; под ред. Ю.М. Казаринова.– М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 592 с.
2. Орлов В.К., Чернявский А.Г. Радиотехнические системы ближней навигации и посадки самолетов: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2004, 80 с
3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования // Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Радиотехника, 2010

К разделу 12

1. Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Марголин В.И., Рыбалко В.В., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию. Учебное пособие - Московский государственный институт электроники и математики (технический университет). М., 2007.- 293 с.
2. Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию. Учебник.-СПб: Изд-во «Лань» 2012.-464с.
3. Жабреев В.А., Калинин В.Т., Марголин В.И., Николаев А.И., Тупик В.А. «Физикохимические процессы синтеза наноразмерных объектов» СПб: изд-во «Элмор» 2012, 328с.
4. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А., Аммон Л.Ю. Методы синтеза наноразмерных структур, СПб.: изд-во СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», 2013, 287с.

К разделу 13

1. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ: учеб. для ВУЗов. – Лань, 2007, 335с.
2. Дмитриев Е.Е. Основы моделирования в Microwave Office 2009. [способ доступа <http://www.free-book.info/download.php?skachat=1166>]
3. Силин Р. А. Проектирование интегральных схем СВЧ (пассивные устройства). М.: Медпрактика-М, 2012. 148 с.
4. Вендик И.Б., Холодняк Д.В. Линии передачи и линейные многополюсники СВЧ: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013, 64 С.
5. Техническая электродинамика / Под ред. Ю. В. Пименова. М.: Радио и связь, 2000. 536 с.
6. Банков С.Е., Курушин В.Д. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР: Учебн. посо-бие [Электронный ресурс]//-М.:МЭИ,2008.

К разделу 14

1. Модели и алгоритмы автоматизированного проектирования радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры/ С.Ю. Лузин, Ю.Т. Лячек, Г.С. Петросян, О.Б. Полубаев.- СПб.: БХВ, Петербург, 2010,-219с.

К разделу 15

1. Быков Р. Е. Основы телевидения и видеотехники. М.: Горячая линия–Телеком, 2006. 402 с.
2. Телевидение: Учебник для вузов / В. Е. Джакония, А. А. Гоголь, Я. В. Друзин и др.; Под ред. В. Е. Джаконии. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Радио и связь, 2003. 616 с.
3. Преобразователи изображения на приборах с зарядовой связью / Р. Е. Быков, А. А. Манцветов, Н. Н. Степанов, Г. А. Эйссенгардт. М.: Радио и связь, 1992. 184 с.
4. Цифровое преобразование изображений: Учеб. пособие для вузов/ Р. Е. Быков, Р. Фрайер, К. В. Иванов, А. А.Манцветов. М.: Горячая линия–Телеком, 2003, 228 с.
5. Грудзинский М. А., Лысенко Н. В. Оптическая запись и воспроизведение сигналов изображения. Учеб. пособие. Изд-во СПбГЭТУ, 1995.
6. Хромов Л. И., Цыцулин А. К., Куликов А. Н. Видеоинформатика. М.: Радио и связь, 1991.
7. Брайс Р. Руководство по цифровому телевидению: пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2012. 280 с.

К разделу 16.

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: Учебное пособие. – СПб, «Лань», 2004.
2. Барченко В.Т. Плазменные приборы и устройства на базе тлеющего разряда, СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.
3. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по дисциплине «Вакуумная и плазменная электроника» для студентов заочной формы обучения / Сост.: В.Т. Барченко, С.М. Мовнин, А.К. Шануренко. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007.

К разделу 17

1. Ключев В.В. Рентгенотехника: Справочник в 2 кн./ В.В. Ключев, Ф.Р. Соснин, В. Аертс и др.; Под ред. В.В. Ключева. - М.: Машиностроение, 1992.
2. Хараджа Ф.Н. Общий курс рентгенотехники, М, 1988
3. Грязнов А.Ю., Потрахов Н.Н. Применение ускорителей и рентгеновских приборов: Учеб. пособие. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006, 46 с.