

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**  
**18.06.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

**Образовательная программа**

**05.27.06 Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов  
и приборов электронной техники**

1. Методы и оборудование для выращивания монокристаллов. Особенности выращивания из расплава оксидных кристаллов. Оптимизация равномерного распределения легирующих примесей в монокристаллах.
2. Оборудование для выращивания кристаллов: высокотемпературные ростовые системы с резистивным и индукционным нагревом; высокотемпературные ростовые системы с контролируемой атмосферой.
3. Гетерогенные равновесия. Условия стабильности и равновесия фаз. Типы диаграмм фазовых равновесий двух- и многокомпонентных систем. Диаграммы как источник информации необходимой для выбора и оптимизации метода синтеза материалов с заданным составом и свойствами. Отображение явлений нестехиометрии на диаграммах состояния.
4. Исходные вещества, используемые для производства монокристаллов и пленок. Особо чистые вещества и материалы, их роль в современной технике. Понятие о чистоте вещества, методы определения и оценка чистоты. Физико-химические основы и методы глубокой очистки веществ. Понятие о коэффициенте разделения и распределения.
5. Элементарные процессы зародышеобразования и роста кристаллов. Существующие теории роста на атомногладкой и атомношероховатой поверхностях, теории нормального и непрерывного роста.
6. Термодинамика дефектов кристаллической решетки. Собственные и примесные дефекты в элементарном кристалле; точечные и протяженные дефекты. Структура и симметрия идеальных и реальных кристаллов; основные типы дефектов кристаллической структуры. Политипизм и полиморфизм
7. Электропроводность полупроводников. Поведение свободных носителей заряда в слабом электрическом поле. Взаимодействие с фононами, примесными атомами, дефектами. Подвижность электронов и дырок. Условие электронейтральности. Диффузия и дрейф носителей заряда. Соотношение Эйнштейна. Свободные носители

заряда в сильном электрическом поле. Горячие электроны. Лавинное умножение в полупроводниках. Эффект Ганна.

8. Планарная технология. Физические основы процесса диффузии. Основные уравнения. Граничные условия и расчетные формулы для наиболее важных частных случаев диффузии. Практические методы проведения диффузионных процессов. Структурные схемы диффузионных печей. Фотолитография. Основные типы оборудования для фотолитографии. Проекционная фотолитография. Фотошаблоны и их изготовление.
9. Основы статистической физики. Функция распределения Ферми-Дирака. Концентрация электронов и дырок в зонах. Температурные зависимости. Распределение Больцмана. Критерий вырождения электронного газа. Вырожденные и невырожденные полупроводники.
10. Поляризация диэлектриков и ее физическая сущность. неполярные и полярные диэлектрики. Проводимость диэлектриков и ее физическая природа. Диэлектрические потери и их природа.
11. Зонная теория твердого тела. Энергетические спектры электронов в металлах, полупроводниках, диэлектриках. Зона проводимости и валентная зона. Эффективная масса электрона и дырки. Собственные и примесные полупроводники. Роль донорных и акцепторных примесей.
12. Поглощение и излучение света в полупроводниках и диэлектриках. Спектры поглощения и фотопроводимости. Прямые и непрямые переходы носителей заряда. Виды люминесценции. Люминесценция в органических и неорганических люминофорах. Рекомбинация носителей.
13. Структура твердых тел. Кристаллическая решетка. Симметрия кристаллов и анизотропия их свойств. Атомные и ионные радиусы. Химическая связь. Соотношение ионных радиусов и структура кристаллов. Типы структур кристаллов. Дефекты кристаллов. Упругая кристаллическая деформация. Дислокационный механизм пластического течения.
14. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Инверсная заселенность. Методы создания инверсной заселенности. Оптический квантовый генератор. Трехуровневая схема. Четырехуровневая схема. Основные части лазера. Возможные потери энергии в лазере. Непрерывные и импульсные лазеры. Оптические затворы. Моды излучения. Перестройка длины волны лазера. Классификация лазеров.
15. Методы анализа материалов электроники: термические методы, оптическая спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, рентгеноструктурный анализ, методы анализа состава и микропримесей, электронная микроскопия.

16. Органические материалы в электронной технике. Жидкие кристаллы. Классификация и базовые характеристики. Органические электролюминесцентные материалы: синтез, свойства и способы формирования тонкопленочных ОСИД.
17. Определение кристаллографической ориентации полупроводников. Ориентированная резка, шлифовка и полировка пластин. Станки для полировки полупроводника. Химическое травление и химическая полировка германия, кремния и арсенида галлия. Химико-механическая полировка. Финишная очистка пластин. Методы контроля качества очистки.
18. Устройство оптоволоконного световода. Основные параметры световода. Спектральная зависимость потерь в световоде. Виды оптоволоконных световодов и области их применения. Световоды среднего ИК-диапазона.
19. Оптоэлектронные приборы. Назначение и области применения. Фотоприемники: фотодиоды, фототранзисторы, фоторезисторы, лавинные фотодиоды. Основные параметры и характеристики. Солнечные батареи. Полупроводниковые излучающие структуры. Приборы для систем отображения информации. Оптроны и оптоэлектронные интегральные схемы.
20. Гетеропереходы. Контакт металл-проводник. Омический и выпрямляющий переходы Шоттки. Поверхностные состояния. Структуры металл-диэлектрик полупроводник (МДП). Полевой эффект в МДП-структурах.