

## **Квантовая теория твердого тела**

**Кредиты: 3**

### **Аннотация дисциплины:**

Введение в предмет построено на основе хорошо разработанных курсов теории твердого тела, которые имеют классическую методологию решения практических задач при сопоставлении теории и эксперимента. Эта часть курса обеспечена учебными пособиями. Современное развитие нанотехнологии идет такими темпами, что установившихся учебных курсов практически нет. Поэтому изложение теоретического материала и выбор задач определялись десятилетним опытом работы с наноалмазом, из которого недавно был создан пористый узкозонный полупроводник с необычными свойствами. Этот пример будет использован для практических занятий по курсу, в котором применение методологии квантовой теории твердого тела к наноструктурам и новым электронным устройствам составляет ядро этого курса.

### **Цель изучения дисциплины:**

Ознакомить студентов с квантовой теорией твердого состояния, которая необходима для решения современных инженерных и исследовательских задач при создании новых материалов и устройств. Научить студентов решать классические задачи квантовой теории твердого тела, и выработать практические навыки анализа физических свойств твердотельных наноструктур.

### **Структура тем:**

1. Введение в теорию твердого состояния: теория Друде, энергетические зоны, распределение Ферми-Дирака, диэлектрики, полупроводники (собственные и легированные) и металлы. Электрические, магнитные и механические свойства.

1. Модель свободных электронов (приложения к металлам и полупроводникам), p-n переход, магнетизм, сверхпроводимость, теплоемкость. Модели Дебая и Эйнштейна.

2. Квантование коллективных возбуждений в твердом теле, представление о квазичастицах. Фононы в ковалентных, молекулярных и ионных кристаллах. Плазменные волны в твердых телах. Плазмоны. Экранирование. Спиновые волны. Магноны.

3. Поверхностные электронные состояния, модель Тамма, локализованные таммовские состояния, терагерцовая генерация, электронно-колеательные состояния в молекулярных кластерах и надмолекулярных структурах.

4. Квантово-размерные эффекты. Модели Адлера, Мотта и Лифшица для аморфного конденсированного состояния. Квантовое расщепление колебательных мод. Электрон-фононное взаимодействие в твердотельных наноструктурах. Механизм прыжковой проводимости в низкоразмерных полупроводниках.

5. Современные приложения квантовой теории твердого состояния в квантовой электронике, фотонике и спинтронике. Квантовые ямы, проволоки и точки. Джозефсоновские контакты, кулоновская блокада, одноэлектроника. Физические свойства пористых твердых тел из квантовых точек. Представление о квантовом компьютере.

**Объем времени и виды учебной работы:**

Лекции – 34 часа, лабораторные занятия и компьютерное моделирование – 17 часов, самостоятельная работа – 17 часов.

Составил профессор П.И. Белобров