

## АННОТАЦИЯ

### Б1.В.ОД.3 Теоретические основы физики конденсированного состояния

#### 1. Цели и задачи курса.

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы Физики конденсированного состояния» являются:

изучение основ зонной теории и деления твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики;

знание основных электрических и магнитных свойств твердых тел;

овладение навыками измерения параметров полупроводников.

#### Задачи дисциплины

Знать фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства твердых тел;

Уметь применять полученные знания для расчетов физических характеристик твердотельных материалов;

Иметь навыки экспериментальных исследований и анализа полученных результатов.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

#### 2. Место дисциплины в структуре ООП.

Дисциплина «Теоретические основы Физики конденсированного состояния» входит в модуль Б1.В.ОД.3, относящийся к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.02 Физика. При изучении дисциплины «Теоретические основы Физики конденсированного состояния» используются знания, приобретенные при изучении курсов «Общей физики» и «Высшей математики».

Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы.

#### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1); способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2); способность понимать сущность и значение информации в развитии современного

общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4); способность использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка (ОПК-7); способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:* теоретические основы физики конденсированного состояния;

*уметь:* понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики;

*владеть:* методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информацией.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		5	-	-	-
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	40/1,11	40/1,11	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	-	-	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	38/1,05	38/1,05	-	-	-
Коллоквиум	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2/0,06	2/0,06	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	41/1,14	41/1,14	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-

Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	41/1,14	41/1,14	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>	-	-	-	-	-
Вид аттестации экзамен	27/0,75	27/0,75	-	-	-
Общая трудоемкость часы	108	108	-	-	-
Зачетные единицы	3	3	-	-	-

## 5. Содержание программы

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

#### I. ВВЕДЕНИЕ

##### **Тема 1. Введение**

Предмет дисциплины и ее задачи. Основные этапы развития физики твердого тела. Связь дисциплины с другими разделами.

##### **Тема 2. Классификация твердых тел по типам связи**

Типы химических связей. Металлические, ионные, ковалентные, молекулярные кристаллы. Энергия связи кристаллической решетки.

##### **Тема 3. Тепловые колебания кристаллической решетки**

Гармонические колебания кристаллической решетки. Нормальные моды. Спектр колебаний кристаллической решетки. Акустические и оптические колебания. Квантовая теория колебаний кристаллической решетки. Фононы. Энергия и импульс фонона. Статистика фононов. Зависимость концентрации фононов и энергии кристаллической решетки от температуры, температура Дебая. Теплоемкость кристаллической решетки. Тепловое расширение твердых тел.

##### **Тема 4. Основы зонной теории твердых тел**

Обобществление электронов в кристалле. Энергетический спектр электронов в твердых телах. Движение электронов в периодическом поле кристаллической решетки, эффективная масса электронов. Деление твердых тел на диэлектрики, полупроводники и металлы. Собственные полупроводники. Понятие о дырке. Примесные полупроводники. Некристаллические твердые тела. Неупорядоченные системы. Ближний и дальний порядок. Энергетические состояния электронов в неупорядоченных твердых телах. Плотность состояний. Локализация Андерсена. Переход Андерсена. Порог подвижности.

##### **Тема 5. Статистика свободных носителей заряда в твердых телах**

Статистический подход к описанию микрочастиц. Распределение электронов по состояниям, функция плотности состояний. Функции распределения Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана. Вырожденные и невырожденные коллективы частиц. Статистика электронов в металлах. Уровень Ферми и его связь с концентрацией носителей в невырожденных полупроводниках. Температурная зависимость концентрации свободных носителей заряда в полупроводниках. Компенсированные полупроводники. Сильно легированные полупроводники. Закон действующих масс.

##### **Тема 6. Неравновесные носители заряда в полупроводниках**

Неравновесные носители заряда в полупроводниках. Скорость генерации и скорость рекомбинации. Механизмы рекомбинации. Диффузия и дрейф неравновесных носителей в полупроводниках. Уравнение непрерывности. Диффузионный и дрейфовый токи. Эффективный коэффициент диффузии. Диффузионная длина. Диффузия в случае монополярной генерации. Дебаевская длина экранирования.

##### **Тема 7. Кинетические явления в твердых телах**

Кинетическое уравнение Больцмана. Время релаксации.

Дрейф свободных носителей заряда в твердых телах. Механизмы рассеяния носителей заряда. Электропроводность полупроводников и металлов. Время релаксации и подвижность свободных носителей. Зависимость подвижности от температуры при различных механизмах рассеяния. Температурная зависимость электропроводности полупроводников и металлов.

#### **Тема 8. Сверхпроводимость**

Сверхпроводящее состояние. Идеальный диамагнетизм. Энергетическая щель. Эффект Джозефсона. Критическое магнитное поле и критическая плотность тока. Глубина проникновения магнитного поля. Сверхпроводники I и II рода. Высокотемпературные сверхпроводники.

#### **Тема 9. Магнитные свойства твердых тел**

Магнитные моменты атомов и магнитные свойства твердых тел. Природа диамагнетизма. Диамагнетизм свободного электронного газа. Уровни Ландау. Парамагнетизм Паули. Природа ферромагнетизма. Магнитное упорядочение. Спонтанная намагниченность. Обменное взаимодействие. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Доменная структура, механизмы намагничивания, гистерезис.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Разработчик:

к.ф. –м.н., доцент кафедры общей и экспериментальной физики Зубрицкий С.М.