

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ТГПУ)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан физико-математического  
факультета  
М.А. Червонный  
30 августа 2012 г.

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ОПД.В.03. Физика твердого тела  
050200.62 Физико-математическое образование

Профиль: физика

Степень - бакалавр

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Дисциплина «Физика твердого тела» представляет собой один из разделов основного курса теоретической физики и ставит своей целью ознакомить студентов-физиков с основными положениями, понятиями и методами исследования кристаллических твердых тел. В частности, курс направлен на формирование у студентов основных представлений об электронных состояниях в кристалле и о колебаниях решетки. В результате изучения курса студент приобретает фундаментальные знания о роли трансляционной симметрии при описании свойств кристаллических твердых тел и их делении на металлы, полупроводники и диэлектрики.

### 2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины:

В процессе изучения курса «Физика твердого тела» студент должен:

*знать* основные понятия этого предмета, понимать содержание фундаментальных законов и основных моделей физики твердого тела;

*уметь* формулировать основные определения предмета, использовать уравнения физики твердого тела для конкретных физических ситуаций, проводить необходимые математические преобразования, объяснять содержание фундаментальных принципов и законов, а также способы решения задач.

*обладать навыками* применения общих методов физики твердого тела к решению конкретных задач.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Общая трудоемкость дисциплины	100	100
Аудиторные занятия	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
И (или) другие виды аудиторных занятий		
Самостоятельная работа	64	64
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы		
Реферат		
И (или) другие виды самостоятельной работы		
Вид итогового контроля		зачет

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1 Раздел дисциплины и вид занятий (Тематический план)

п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Практические занятия
1	Симметрия кристаллических твердых тел	2	4
2	Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах.	2	2
3	Электронные состояния в кристалле	4	2
4	Классификация кристаллических твердых тел. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.	4	4
5	Колебания кристаллической решетки	4	4
6	Магнитная и электронная упорядоченности	2	2

## 4.2 Содержание разделов дисциплины:

### 1) Симметрия кристаллических твердых тел

Трансляционная симметрия кристаллических твердых тел. Векторы трансляции. Основные векторы решетки. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца. Простые и сложные решетки. Решетка Бравэ. Точечная симметрия кристаллов. Кубические, гексагональные и алмазоподобные решетки. Прямая и обратная решетки кристалла. Связь между основными векторами прямой и обратной решеток. Ячейка Вигнера-Зейтца обратной решетки.

### 2) Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах.

Рассеяние рентгеновских лучей на кристаллах. Условие Вульфа-Брэгга. Условие Вульфа-Брэгга в терминах векторов обратной решетки.

### 3) Электронные состояния в кристалле

Общая постановка квантового описания кристаллических твердых тел. Адиабатическое приближение. Метод Хартри-Фока. Функция Блоха. Квазиимпульс блоховского электрона. Граничные условия Борна-Кармана. Зоны Бриллюэна. Энергетический спектр электрона в кристалле (качественный анализ а приближении почти свободных электронов). Зонный спектр.

### 4) Классификация кристаллических твердых тел. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.

Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы. Валентная зона. Зона проводимости. Приближение эффективной массы. Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Распределение Ферми-Дирака.

### 5) Колебания кристаллической решетки.

Классическая теория колебаний простой и сложной решеток решетки. Акустические и оптические колебания. Элементы квантовой теории колебаний решетки. Акустические и оптические фононы.

### 6) Магнитная и электронная упорядоченности

Диамagnetики и парамагнетики. Закон Кюри. Явление спонтанной намагниченности. Точка Кюри. Единичная магнитная ячейка. Ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики. Явление гистерезиса. Намагниченность насыщения. Коэрцитивное поле. Магнитные домены. Магнитострикция. Явление сверхпроводимости. Электронные куперовские пары. О несовместимости электронной и магнитной упорядоченностей.

5. Лабораторный практикум: не предусмотрен

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

## 6.1 Рекомендуемая литература:

а) основная литература

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика: Учебное пособие в 10 т. Т.9: Теория конденсированного состояния. М., 2004.
2. Гинзбург, И. Ф. Введение в физику твердого тела: основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела: учебное пособие/И. Ф. Гинзбург.-СПб.:Лань,2007.-537 с.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: в 5 кн./И. В. Савельев.-М.:Астрель [и др.]. Кн. 5:Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.-2007.-368 с.

б) дополнительная литература:

1. Ковалевский, М. Ю. Статистическая механика квантовых жидкостей и кристаллов :[монография] /М. Ю. Ковалевский, С. В. Пелетминский.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2006.
2. Гордиенко, А. Б. Физика конденсированного состояния [Текст]:решение задач : учебное пособие/А. Б. Гордиенко, А. В. Кособуцкий ; МОиН РФ, ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет.-Томск:издательство ТГПУ,2008.-72 с
3. Булярский, С. В. Инновационные методы диагностики наноэлектронных элементов:учебно-методический комплекс/С. В. Булярский ; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Ульяновский государственный университет.-Ульяновск:издательство УлГУ,2006.-93 с.

#### **6.2 Средства обеспечения дисциплины:**

рекомендуемая литература и учебно-методические пособия по предмету.

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Компьютерные контролирующие программы (тесты), компьютерный класс с выходом в Интернет.

#### **8.Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

##### **8.1 Методические рекомендации для преподавателей**

Для успешного усвоения материала важным является решение достаточно большого количества задач в аудитории и самостоятельно в качестве домашних заданий; проведение семинарских занятий, на которых студенты могли бы сами излагать теоретический материал, изученный ими самостоятельно.

**Темы рефератов, курсовых работ:** не предусмотрено учебным планом.

##### **8.2 Методические рекомендации для студентов**

##### **Перечень вопросов к зачету:**

- 1) Трансляционная симметрия кристаллических твердых тел. Векторы трансляции. Основные векторы решетки.
- 2) Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейка Вигнера-Зейтца.
- 3) Простые и сложные решетки. Решетка Бравэ.
- 4) Точечная симметрия кристаллов.
- 5) Кубические, гексагональные и алмазоподобные решетки.
- 6) Прямая и обратная решетки кристалла. Связь между основными векторами прямой и обратной решеток.
- 7) Ячейка Вигнера-Зейтца обратной решетки.
- 8) Условие Вульфа-Брэгга.
- 9) Условие Вульфа-Брэгга в терминах векторов обратной решетки.
- 10) Адиабатическое приближение.
- 11) Метод Хартри-Фока.
- 12) Функция Блоха. Квазиимпульс блоховского электрона.
- 13) Граничные условия Борна-Кармана.
- 14) Зоны Бриллюэна.

- 15) Энергетический спектр электрона в кристалле (качественный анализ а приближении почти свободных электронов). Зонный спектр.
- 16) Металлы, диэлектрики, полупроводники и полуметаллы.
- 17) Валентная зона. Зона проводимости.
- 18) Приближение эффективной массы.
- 19) Электронная и дырочная проводимость полупроводников.
- 20) Распределение Ферми-Дирака.
- 21) Акустические и оптические колебания.
- 22) Элементы квантовой теории колебаний решетки. Акустические и оптические фононы.
- 23) Диамагнетики и парамагнетики.
- 24) Явление спонтанной намагниченности. Точка Кюри.
- 25) Ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики.
- 26) Явление гистерезиса. Намагниченность насыщения. Коэрцитивное поле.
- 27) Магнитные домены. Магнитострикция.
- 28) Явление сверхпроводимости. Электронные куперовские пары.
- 29) О несовместимости электронной и магнитной упорядоченностей.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050200.62 Физико-математическое образование. Профиль: Физика. Степень (квалификация) - бакалавр физико-математического образования

Программу составил доктор физ.-мат. наук,  
профессор кафедры теоретической физики ТГПУ  
Ю.П.Кунашенко



Программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики,  
протокол № 8 от « 30 » августа 2012 г.

Заведующий кафедрой, профессор



И.Л. Бухбиндер

Программа дисциплины одобрена метод. комиссией физико-математического факультета ТГПУ, (УМС университета), протокол № 5 от 30 августа 2012 г.

Председатель УМК физико-математического факультета



З.А. Скрипко

Согласовано:

Декан физико-математического факультета



М.А. Червонный