

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Физика конденсированного состояния М2.В.2.2

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Мокшин А.В. , Хуснутдинов Р.М.

**Рецензент(ы):**

Сафаров Р.Х.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Мокшин А. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2013

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Мокшин А.В. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Anatolii.Mokshin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Хуснутдинов Р.М. кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов научно-педагогическое отделение , Ramil.Khusnutdinov@kpfu.ru

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины "Физика конденсированного состояния вещества" является получение базовых знаний в области физики конденсированного состояния вещества, что позволит им свободно ориентироваться в обширнейшей информации данной области физики и поможет в дальнейшей самостоятельной работе по избранной специальности.

Задачи дисциплины:

1. Изучение основных принципов построения и свойств конденсированных сред;
2. Овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями физики конденсированных сред, а также методов их исследования;
3. Умения исследовать и прогнозировать свойства конденсированных сред при выполнении научно-исследовательской работы.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Дисциплина М2.В.2.2 " Физика конденсированного состояния"относится к дисциплинам федерального компонента цикла "Дисциплины специализации". Некоторые другие дисциплины модуля "Вычислительная физика"изучаются на основе знаний данной дисциплины.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс "общей физики";
- 2) элементы дисциплины "Математика";
- 3) Квантовую физику, квантовую механику;
- 4) Физику атома и атомных явлений.

Содержательная часть дисциплины по ГОС ВПО:

Азбука кристаллографии (основные идеи, исходные положения и определения), строение конденсированных сред, кристаллическая структура и ее описание, симметрия кристалла, точечные и пространственные (федоровские) группы, дифракция в кристаллах. Межатомные силы и энергия связи, электронные волны в кристалле, энергия Ферми, квазичастицы и электронная теплоемкость. Принципы строения конденсированных систем, ближний и дальний порядок, функция радиального распределения частиц, пространственная когерентность, принципы плотной и валентной упаковок. Упругие свойства кристаллов, тензоры напряжений и деформаций, устойчивость кристаллических решеток. Динамика кристаллической решетки, упругие волны, смещения атомов и фононы, теплоемкость, ангармонизм. Электронные свойства - магнитные, электрические, оптические гальваномагнитные, сверхпроводящие.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5	Знать: основные концепции, связанные с информационными технологиями в области физико-математического образования; Уметь: использовать информационные технологии, а также новые знания и умения в областях, не связанных со сферой физических исследований и физико-математического образования; Владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения.
ОК-4 (общекультурные компетенции)	Знать: общие понятия о ресурсно-информационных базах для решения профессиональных задач, связанных как с научными исследованиями в области физики, так и в области методики преподавания физики; Уметь: формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач; Владеть: соответствующим понятийным, физико-математическим аппаратом.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Знать: современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса на различных образовательных ступенях в образовательных учреждениях; Уметь: практически применять методы и технологии современного физико-математического образования; Владеть: навыками тестирования, апробации и использования методов и технологий физико-математического образования в различных образовательных учреждениях.
ПК-16 (профессиональные компетенции)	Знать: основные положения и содержание современных образовательных технологий и методик обучения Уметь: проектировать новое учебное содержание, технологии и конкретные методики обучения Владеть: методами проектирования современных учебных программ и конкретных методик обучения
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Знать: общие понятия, алгоритмы и методы диагностики и оценивания качества образовательного процесса Уметь: осуществлять мониторинг качества образовательного процесса Владеть: методами анкетирования, тестирования, оценки знаний, умений и навыков студентов
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Знать: методы, концепции и подходы организации исследовательской работы обучающихся Уметь: ставить актуальные исследовательские задачи и выполнять соответствующий контроль Владеть: навыками руководства исследовательской работой обучающихся
ПК-8 (профессиональные компетенции)	Знать: подходы в разработке и реализации образовательных моделей, методик, технологий и приемов к анализу результатов процесса Уметь: разрабатывать, использовать и предлагать оригинальные методики и подходы в обучении Владеть: методами формирования и реализации образовательных технологий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- теоретические и экспериментальные проблемы физики;

- конденсированного состояния вещества и возможные пути их решения.

2. должен уметь:

решать задачи с использованием приобретенных теоретических знаний.

3. должен владеть:

- теоретическими знаниями и математическим аппаратом для решения;

- простейших задач физики конденсированного состояния вещества.

К самостоятельному решению простейших теоретических и практических задач курса.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Принципы построения конденсированных сред. Силы межмолекулярного взаимодействия в конденсированных средах.	1	1	2	6	0	письменная работа
2.	Тема 2. Дефекты конденсированных сред.	1	2	2	6	0	письменная работа
3.	Тема 3. Упругие свойства кристаллов.	1	3	0	2	0	письменная работа
4.	Тема 4. Динамика кристаллической решетки.	2	1	2	6	0	письменная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Электронные свойства конденсированных сред.	2	2	2	6	0	письменная работа
6.	Тема 6. Подготовка к экзамену.	2	3	0	2	0	письменная работа
7.	Тема 7. Экзамен.	2	4	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
	Итого			8	28	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Принципы построения конденсированных сред. Силы межмолекулярного взаимодействия в конденсированных средах.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

(0.03 единицы) 1.1 Азбука кристаллографии (основные идеи, исходные положения и определения). 1.2 Принципы строения конденсированных систем, ближний и дальний порядок, функция радиального распределения частиц, пространственная когерентность, принципы плотной и валентной упаковок. 1.3 Кристаллическая структура и ее описание, симметрия кристалла, точечные и пространственные группы. Анизотропия твердых тел. Монополикристаллические твердые тела. 1.4 Дифракция в кристаллах. 1.5 Межатомное взаимодействие. Основные типы связей в твердых телах. Классификация твердых тел. Энергия связи. Молекулярные, ионные, ковалентные, металлические кристаллы. Электронные волны в кристалле, энергия Ферми, квазичастицы и электронная теплоемкость. Модуль 2 "Дефекты конденсированных сред" 2.1. Точечные дефекты. Энергия образования и диффузия точечных дефектов. Равновесная концентрация точечных дефектов. Причины возникновения. 2.2 Линейные дефекты. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Напряжения, необходимые для образования дислокаций в совершенном кристалле. Движение дислокаций. Напряжения, связанные с дислокациями. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Источники дислокаций. 2.3 Двумерные дефекты. 2.4 Трехмерные дефекты. 2.5 Процессы упорядочения в твердых телах.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

(0.12 единицы) Химические связи. Энергия связи кристалла.

### Тема 2. Дефекты конденсированных сред.

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

(0.03 единицы) 2.1. Точечные дефекты. Энергия образования и диффузия точечных дефектов. Равновесная концентрация точечных дефектов. Причины возникновения. 2.2 Линейные дефекты. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Напряжения, необходимые для образования дислокаций в совершенном кристалле. Движение дислокаций. Напряжения, связанные с дислокациями. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Источники дислокаций. 2.3 Двумерные дефекты. 2.4 Трехмерные дефекты. 2.5 Процессы упорядочения в твердых телах.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

(0.06 единицы) Дефекты в кристаллах.

### Тема 3. Упругие свойства кристаллов.

#### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

(0.06 единицы) 3.1 Напряженное и деформированное состояние твердых тел. 3.2 Упругость Закон Гука для изотропных и анизотропных твердых тел. Тензоры напряжений и деформаций, обобщенный закон Гука 3.3 Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение.

#### **Тема 4. Динамика кристаллической решетки.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

(0.03 единицы) 4.1 Одномерные колебания однородной струны. 4.2 Упругие волны в монокристаллах. 4.3 Колебания одноатомной линейной цепочки. 4.4 Колебания одномерной решетки с базисом. 4.5 Колебания атомов трехмерной решетки. 4.6 Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Фононы. Теплоемкость твердых тел. Теплоемкость металлов. Распределение Ферми-Дирака. Вклад свободных электронов в теплоемкость твердых тел. 4.7 Тепловое расширение твердых тел. Ангармонизм. 4.8 Теплопроводность твердых тел. Теплопроводность, обусловленная атомными колебаниями. Теплопроводность металлов. Распределение Ферми-Дирака. Вклад свободных электронов в теплопроводность твердых тел. 4.9 Диффузия в твердых телах.

##### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

(0.12 единицы) Колебания атомов кристаллической решетки. Теплоемкость твердых тел.

#### **Тема 5. Электронные свойства конденсированных сред.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

(0.03 единицы) 5.1 Электрические свойства конденсированных сред. Классификация твердых тел по величине электропроводности. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. Функция Блоха. Свойства волнового вектора электрона в кристалле. Зоны Брюллиэна. Поверхность Ферми. Модель свободных электронов. Приближение сильной связи. Приближение слабой связи (Модель Кронига-Пенни). Энергетический спектр электронов в кристалле. Движение Электронов в периодическом поле кристалла под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона. Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле. Электропроводность металлов. Классическая теория проводимости металлов. Квантовая теория проводимости металлов. Проводимость собственных и примесных полупроводников. Природа носителей тока в полупроводниках и их подвижность. Уровень Ферми в собственных и примесных полупроводниках. Электропроводность диэлектриков. Свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Основные характеристики. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Свойства диэлектриков. Особенности тепловой поляризации. Ионная тепловая поляризация. Электронная тепловая поляризация. Дипольная тепловая поляризация. Свойства диэлектриков. Связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Диэлектрические потери. Сегнетоэлектрики. 5.2 Магнитные свойства конденсированных сред. Магнитное поле в магнетиках. Магнитные свойства атомов. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитный гистерезис. Молекулярное поле Вейсса. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков. Опыт Дорфмана. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма. Спиновые волны. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферромагнитные домены. 5.3 Оптические свойства конденсированных систем. Виды взаимодействия света с твердым телом. Оптические константы. Поглощение света кристаллами. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры. 5.4 Гальваномагнитные свойства конденсированных сред. Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла. 5.5 Сверхпроводящие свойства конденсированных сред. Сверхпроводящее состояние. Нулевое сопротивление. Температура сверхпроводящего перехода. Идеальный диамагнетизм. Критическое магнитное поле. Кристаллическая структура и изотопический эффект. Электронный вклад в теплоемкость сверхпроводника. Поглощение электромагнитного излучения. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Теория сверхпроводимости Ф. и Г. Лондонов. Теория Гинзбурга-Ландау. Притяжение между электронами. Куперовские пары. Теория Бардина-Купера-Шриффера.

##### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

(0.06 единицы) Подготовка тем на самостоятельной изучение.

### **Тема 6. Подготовка к экзамену.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Повторение изученных разделов.

### **Тема 7. Экзамен.**

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Принципы построения конденсированных сред. Силы межмолекулярного взаимодействия в конденсированных средах.	1	1	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
2.	Тема 2. Дефекты конденсированных сред.	1	2	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
3.	Тема 3. Упругие свойства кристаллов.	1	3	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
4.	Тема 4. Динамика кристаллической решетки.	2	1	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
5.	Тема 5. Электронные свойства конденсированных сред.	2	2	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
6.	Тема 6. Подготовка к экзамену.	2	3	подготовка к письменной работе	6	письменная работа
	<b>Итого</b>				<b>36</b>	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

В учебном процессе используются лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы. Для достижения поставленной цели применяются объяснительно-иллюстративные, проблемные, поисковые, активные и интерактивные технологии.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Принципы построения конденсированных сред. Силы межмолекулярного взаимодействия в конденсированных средах.**

письменная работа , примерные вопросы:



Подготовка тематических конспектов "Азбука кристаллографии (основные идеи, исходные положения и определения). Кристаллическая структура и ее описание, симметрия кристалла, точечные и пространственные группы."

### **Тема 2. Дефекты конденсированных сред.**

письменная работа , примерные вопросы:

Подготовка тематических конспектов "Причины возникновения дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Источники дислокаций."

### **Тема 3. Упругие свойства кристаллов.**

письменная работа , примерные вопросы:

Подготовка тематических конспектов "Хрупкое разрушение."

### **Тема 4. Динамика кристаллической решетки.**

письменная работа , примерные вопросы:

Подготовка тематических конспектов "Диффузия в твердых телах."

### **Тема 5. Электронные свойства конденсированных сред.**

письменная работа , примерные вопросы:

Подготовка тематических конспектов "Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Диэлектрические потери. Сегнетоэлектрики. Кривая намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитный гистерезис. Ферромагнитные домены. Кристаллическая структура и изотопический эффект. Электронный вклад в теплоемкость сверхпроводника. Поглощение электромагнитного излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры."

### **Тема 6. Подготовка к экзамену.**

письменная работа , примерные вопросы:

Работа с конспектами лекций и сбор дополнительного материала по пройденным темам.

### **Тема 7. Экзамен.**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### 7.1 Контрольная работа

Контрольная работа выполняется в конце семестра по всем пройденным модулям семестра. В контрольной работе содержится четыре задачи. Контрольная работа направлена на проверку умений студентов применять полученные теоретические знания в отношении определенной конкретной задачи.

#### 7.2 Подготовка конспектов по темам на самостоятельное изучение

Модуль 1: Азбука кристаллографии (основные идеи, исходные положения и определения). Кристаллическая структура и ее описание, симметрия кристалла, точечные и пространственные группы.

Модуль 2: Причины возникновения. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Источники дислокаций.

Модуль 3 : Хрупкое разрушение.

Модуль 4 : Диффузия в твердых телах.

Модуль 5 : Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Диэлектрические потери. Сегнетоэлектрики. Кривая намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитный гистерезис. Ферромагнитные домены. Кристаллическая структура и изотопический эффект. Электронный вклад в теплоемкость сверхпроводника. Поглощение электромагнитного излучения. Спонтанное и индуцированное излучение. Лазеры.

#### 7.4 Примерные экзаменационные вопросы

1. Предмет физики конденсированного состояния. Основные понятия. Краткие исторические сведения.

2. Принципы строения конденсированных систем, ближний и дальний порядок. Структура кристаллов. Анизотропия твердых тел. Моно- поликристаллические твердые тела.
3. Межатомное взаимодействие. Классификация твердых тел по типам связи. Энергия связи. Молекулярные, ионные, ковалентные, металлические кристаллы.
4. Дефекты в твердых телах. Классификация дефектов по геометрическому признаку. Точечные дефекты. Энергия образования и диффузия точечных дефектов. Равновесная концентрация точечных дефектов. Причины возникновения.
5. Дефекты в твердых телах. Классификация дефектов по геометрическому признаку. Линейные дефекты. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Напряжения, необходимые для образования дислокаций в совершенном кристалле. Движение дислокаций. Напряжения, связанные с дислокациями. Энергия дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с точечными дефектами. Источники дислокаций.
6. Дефекты в твердых телах. Классификация дефектов по геометрическому признаку. Двумерные дефекты. Трехмерные дефекты. Процессы упорядочения в твердых телах.
7. Механические свойства твердых тел. Напряженное и деформированное состояние твердых тел. Упругость. Закон Гука для изотропных и анизотропных твердых тел. Тензоры напряжений и деформаций, обобщенный закон Гука. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение.
8. Колебания атомов кристаллической решетки. Одномерные колебания однородной струны. Упругие волны в монокристаллах.
9. Колебания атомов кристаллической решетки. Колебания одноатомной линейной цепочки. Колебания одномерной решетки с базисом. Колебания атомов трехмерной решетки.
10. Тепловые свойства твердых тел. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая.
11. Тепловые свойства твердых тел. Теплоемкость металлов. Распределение Ферми-Дирака. Вклад свободных электронов в теплоемкость твердых тел.
12. Тепловые свойства твердых тел. Тепловое расширение твердых тел.
13. Тепловые свойства твердых тел. Теплопроводность твердых тел. Теплопроводность, обусловленная атомными колебаниями.
14. Тепловые свойства твердых тел. Теплопроводность металлов. Распределение Ферми-Дирака. Вклад свободных электронов в теплопроводность твердых тел.
15. Диффузия в твердых телах.
16. Основы зонной теории. Классификация твердых тел по величине электропроводности. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. Функция Блоха. Свойства волнового вектора электрона в кристалле. Зоны Брюллиэна. Поверхность Ферми.
17. Основы зонной теории. Модель свободных электронов. Приближение сильной связи. Приближение слабой связи (Модель Кронига-Пенни). Энергетический спектр электронов в кристалле.
18. Основы зонной теории. Движение Электронов в периодическом поле кристалла под действием внешнего поля. Эффективная масса электрона.
19. Основы зонной теории. Заполнение зон электронами. Металлы, диэлектрики, полупроводники. Энергетические уровни примесных атомов в кристалле.
20. Электрические свойства твердых тел. Электропроводность металлов. Классическая теория проводимости металлов. Квантовая теория проводимости металлов.
21. Электрические свойства твердых тел. Проводимость собственных и примесных полупроводников. Природа носителей тока в полупроводниках и их подвижность. Уровень Ферми в собственных и примесных полупроводниках.
22. Электрические свойства твердых тел. Электропроводность диэлектриков. Свойства твердых тел в сильных электрических полях. Эффект Холла.
23. Свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Основные характеристики. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация.

24. Свойства диэлектриков. Особенности тепловой поляризации. Ионная тепловая поляризация. Электронная тепловая поляризация. Дипольная тепловая поляризация.
25. Свойства диэлектриков. Связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью. Частотная зависимость диэлектрической проницаемости. Диэлектрические потери. Сегнетоэлектрики.
26. Магнитные свойства твердых тел. магнитные свойства атомов. Классификация магнетиков. Магнитное поле в магнетиках. Природа диамагнетизма. Природа парамагнетизма. Диамагнетизм и парамагнетизм твердых тел.
27. Магнитные свойства твердых тел. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания. Эффект Баркгаузена. Магнитный гистерезис. Молекулярное поле Вейсса. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков. Опыт Дорфмана. Обменное взаимодействие и его роль в возникновении ферромагнетизма. Спиновые волны.
28. Магнитные свойства твердых тел. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Ферромагнитные домены.
29. Сверхпроводимость. Нулевое сопротивление. Температура сверхпроводящего перехода. Идеальный диамагнетизм. Критическое магнитное поле. Кристаллическая структура и изотопический эффект.
30. Сверхпроводимость. Электронный вклад в теплоемкость сверхпроводника. Поглощение электромагнитного излучения. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона.
31. Сверхпроводимость. Высокотемпературная сверхпроводимость.
32. Сверхпроводимость. Теория сверхпроводимости Ф. и Г. Лондонов.
33. Сверхпроводимость. Теория Гинзбурга-Ландау. Притяжение между электронами. Куперовские пары. Теория Бардина-Купера-Шриффера.
34. Оптические свойства твердых тел. Виды взаимодействия света с твердым телом. Оптические константы. Поглощение света кристаллами. Рекомбинационное излучение в полупроводниках.

### **7.1. Основная литература:**

1. Ансельм А.И. "Основы статистической физики и термодинамики". М., 1973.
2. Арцимович Л.А. "Управляемые термоядерные реакции". М., 1963.
3. Арцимович Л.А. "Что каждый человек должен знать о плазме". М., 1976.
4. Жирифалько Л. "Статистическая физика твердого тела". М., 1975.
5. Займан Дж. "Принципы теории твердого тела". М., 1974.
6. Иоффе А.Ф. "Физика полупроводников". М., 1962.
7. Киттель Ч. "Введение в физику твердого тела". М., 1974.
8. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. "Статистическая физика". М., 1964.
9. Лендъел Б. "Лазеры". М., 1964.
10. Спитцер Л. "Физика полностью ионизированного газа". М., 1965.
11. Шалимова К.В. "Физика полупроводников". М., 1971.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Свирский М.С. "Электронная теория вещества". М., 1980.
2. Епифанов Г.И. "Физика твердого тела". М., 1977.
3. Коланов М.И., Цукерник В.М. "Природа магнетизма". Библ. "Квант", вып. 26, М., 1983.
4. Арцимович Л.А. "Элементарная физика плазмы". М., 1963.
5. Кресин В.З. "Сверхпроводимость и сверхтекучесть". М., 1963.
6. Эдельман В.С. "Вблизи абсолютного нуля" Библ. "Квант", вып. 16, М., 1982.
7. Околотин В. "Сверхзадача для сверхпроводников". М., 1983.
8. Милантьев В.П., Темко С.В. "Физика плазмы". Кн. Для внеклассного чтения. М., 1983.

9. Ораевский В.Н. "Плазма на земле и в космосе". Киев, 1980.
10. Каганов М.И. "Природа сопротивления металлов". М., 1982.
11. Мокшин А.В., Юльметьев Р.М. "Микроскопическая динамика простых жидкостей", Казань: Центр инновационных технологий, 2006г.- 152с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Раздел - [http://kpfu.ru/docs/F279029957/book\\_FFT02.pdf](http://kpfu.ru/docs/F279029957/book_FFT02.pdf)

Раздел - [http://kpfu.ru/docs/F1735838008/book\\_FTT01.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1735838008/book_FTT01.pdf)

Раздел "Электронно-образовательные ресурсы" на сайте кафедры вычислительной физики и МФФ - [http://kpfu.ru/docs/F452296309/M3\\_12.pdf](http://kpfu.ru/docs/F452296309/M3_12.pdf)

Раздел "Электронно-образовательные ресурсы" на сайте кафедры вычислительной физики и МФФ - [http://kpfu.ru/docs/F1186022571/M1\\_12.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1186022571/M1_12.pdf)

Раздел "Электронно-образовательные ресурсы" на сайте кафедры вычислительной физики и МФФ - [http://kpfu.ru/docs/F374081879/M2\\_12.pdf](http://kpfu.ru/docs/F374081879/M2_12.pdf)

Раздел "Электронно-образовательные ресурсы" на сайте кафедры вычислительной физики и МФФ - [http://kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=8515](http://kpfu.ru/main_page?p_sub=8515)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Физика конденсированного состояния" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.68 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .

Автор(ы):

Мокшин А.В. \_\_\_\_\_

Хуснутдинов Р.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Сафаров Р.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.