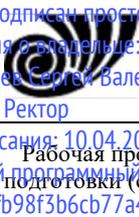


<p>Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 10.04.2025 10:27:51 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322333</p>	 <p>МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)</p>	<p>Рабочая программа дисциплины "Физика конденсированного состояния вещества" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»</p>	<p>стр. 1</p>
---	---	---	---------------

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Физика конденсированного состояния вещества

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика конденсированного состояния вещества

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Физика конденсированного состояния вещества» является изучение фундаментальных основ описания конденсированного состояния вещества на основе общих методов квантовой теории, квантовой статистики и электродинамики, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.

Задачами изучения дисциплины являются:

Изучение основных понятий физики конденсированного состояния.

Изучение основных методов физики конденсированного состояния.

Знакомство с важнейшими приложениями физики конденсированного состояния.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:

Б1.О.30

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая геометрия

Линейная алгебра

Математический анализ

Векторный и тензорный анализ

Современные технологии поиска и обработки информации

Механика

Физпрактикум по молекулярной физике

Молекулярная физика

Физпрактикум по механике

Химия

Физпрактикум по оптике

Оптика

Радиофизика и электроника

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Физические свойства твердых тел

Физика прочности и механические свойства твердых тел

Физика конденсированного состояния

Фазовые равновесия и структурообразование 2

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Микроскопия

Фазовые равновесия и структурообразование 1

Коррозия и защита металлов

Рентгенография



### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;**

**Знать:**

Для достижения ОПК-1.1: основные понятия из области физики конденсированного состояния вещества;

**Уметь:**

Для достижения ОПК-1.2: анализировать возможности применения физических методов диагностики материалов, применять контрольно-измерительную аппаратуру и методы обработки полученных данных для определения технических характеристик объектов.

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.3: терминологией и базовыми знаниями в области физики и химии твердого тела

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные понятия из области физики конденсированного состояния вещества; физические основы и принципы работы приборов и устройств диагностики материалов и изделий с нанометровым разрешением, приемы обработки результатов испытаний;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	анализировать возможности применения физических методов диагностики с нанометровым разрешением, применять контрольно-измерительную аппаратуру и методы обработки полученных данных для определения технических характеристик нанообъектов и изделий на их основе, а также о параметрах структуры наноструктурированных материалов.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	представлениями о нанотехнологиях в отраслях, определяющих технический прогресс, и основах физико-химических методов диагностики нанообъектов и наноструктурированных материалов; навыком решения конкретных инженерных задач, методами экспериментального исследования материалов, способностью в составе коллектива участвовать в проведении расчетных работ

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72	Виды контроля в семестрах: зачеты 5
в том числе :	
аудиторные занятия : 34	
самостоятельная работа : 34,5	
: контактная работа: 37,5 ИКР: 3,5	

### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Основы кристаллографии</b>			
1.1	Предмет физики конденсированного состояния (ФКС). Методы исследований. Методы ФКС. История ФКС. Классификация твердых тел по типу расположения атомов /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
1.2	Основы кристаллографии. Определение кристалла. Трансляции. Узел. Кристаллографическое направление и плоскость. Индексы Миллера. Элементы точечной симметрии кристалла /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6



1.3	Решение задач по теме: «Определение кристалла. Трансляции» /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.4	Точечные и пространственные группы симметрии кристалла. Генераторы групп. Обозначения групп /Ср/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.5	Кристаллографические системы. Типы решеток. Решетки Бравэ. Ячейка Вигнера –Зейтца. Пример построения /Ср/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.6	Тест по разделу «Основы кристаллографии» /Лек/	5	0,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5
1.7	Решение задач по теме: "Узел. Кристаллографические направление и плоскость. Индексы Миллера" /Лек/	5	3,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 2. Методы определения кристаллической структуры твердого тела</b>				
2.1	Методы определения атомной структуры конденсированных сред. Характеристика рентгеновских лучей, электронов, нейтронов. Формула Вульфа-Брэгга /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
2.2	Уравнение Лауэ для амплитуды рассеянной волны. Обратная решетка. Вектор обратной решетки. Зоны Бриллюэна /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
2.3	Структурный фактор базиса. Атомный фактор рассеяния. Фактор Дебая-Уоллера /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
2.4	Экспериментальные дифракционные методы определения кристаллической структуры твердого тела: метод Лауэ, метод вращений, метод порошка. Структурный анализ /Ср/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
2.5	Решение задач по теме: "Уравнение Лауэ для амплитуды рассеянной волны. Обратная решетка. Дифракция в кристаллах" /Лек/	5	3,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
2.6	Тест по разделу "Методы определения кристаллической структуры твердого тела" /Лек/	5	0,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 3. Природа межатомного взаимодействия</b>				
3.1	Классификация твердых тел по типу связей. Энергия связи кристалла. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Кристаллы с водородной связью. Металлы /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5



Рабочая программа дисциплины "Физика конденсированного состояния вещества" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика конденсированного состояния вещества ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 6

3.2	Спектр свободного электрона в кристалле. Влияние конечности кристалла на спектр электронов. Энергия Ферми. Функция распределения Ферми-Дирака. Химический потенциал /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
3.3	Природа происхождения энергетических зон. Зонные схемы. Классификация твердых тел с точки зрения энергетических зон. Поверхность Ферми. Эффективная масса электронов. Дырки. Электронная теплоемкость твердых тел /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
3.4	Экспериментальные методы определения электронного спектра твердых тел /Ср/	5	4,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
3.5	Принципы строения конденсированных систем, ближний и дальний порядок, функция радиального распределения частиц, пространственная когерентность, принципы плотной и валентной упаковок /Ср/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
3.6	Решение задач по теме: "Электроны в металлах. Свободный электронный газ Ферми." /Лек/	5	1,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
3.7	Тест по теме: "Природа межатомного взаимодействия" /Лек/	5	0,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 4. Динамика твердого тела</b>				
4.1	Гармоническое приближение. Колебания атомов в одномерной монокристаллической цепочке. Колебания атомов в одномерной цепочке с базисом /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3 Э5 Э6
4.2	Колебания атомов в трехмерной решетке, в решетке с дефектом. Фононы /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5 Э6
4.3	Решение задач по теме: «Динамика кристаллической решетки» /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э4 Э5
4.4	Экспериментальные методы исследования фононного спектра. Фононная теплоемкость твердых тел /Ср/	5	4	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 5. Дефекты в твердых телах</b>				
5.1	Классификация дефектов. Тепловые точечные дефекты. Термодинамика тепловых точечных дефектов. Точечные дефекты в ионных кристаллах /Лек/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э5
5.2	Поверхностные и объемные дефекты. Радиационные дефекты. Дефекты упаковки. Дислокации /Ср/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



5.3	Решение задач по теме: "Дефекты кристаллической решетки. Диффузия в твердых телах" /Лек/	5	1,5	Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.4	Тест по разделу: "Дефекты в твердых телах" /Лек/	5	0,5	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 6. Упругие и механические свойства твердых тел</b>				
6.1	Приближение сплошной среды. Механическое напряжение. Деформация. Тензоры напряжений и деформаций. Закон Гука. Матричная запись тензоров. Механические свойства твердых тел /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.2	Решение задач по теме: "Закон Гука. Матричная запись тензоров. Механические свойства твердых тел" /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э5
6.3	Уравнение движения сплошной среды. Энергия деформируемого твердого тела. Упругие волны в твердых телах. Пример упругих волн в кубическом кристалле /Лек/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э4 Э5
6.4	Соотношения Коши. Устойчивость кристаллических решеток /Ср/	5	6	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 7. Иная контактная работа</b>				
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Тестовые работы, вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые тестовые задания приведены в Фондах оценочных средств по дисциплине

Пример контрольных работ:

1. Определить число атомов в элементарной ячейке железа, кристаллизующегося в кубической системе (Ответ: ОЦК 2).
2. Показать, что кристаллическая решетка может иметь оси поворота лишь первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков.
3. Структура алмаза.
  - а) Сколько атомов содержится в примитивной ячейке алмаза?
  - б) Какова длина (в Å) вектора примитивной трансляции?
  - в) Сколько атомов содержится в гранцентрированной кубической элементарной ячейке?

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

- 1 Понятие о кристалле. Описание кристаллических структур.



- 2 Трансляционная инвариантность.
- 3 Решётка, базис, элементарная ячейка.
- 4 Другие операции симметрии.
- 5 Классификация кристаллических решёток и решётки Браве. Двумерный случай.
- 6 Решётки Браве. Трёхмерный случай.
- 7 Кристаллографические группы симметрии
- 8 Описание положения атомов в элементарной ячейке, кристаллографических направлений и плоскостей.
- 9 Примеры кристаллических структур.
- 10 Дифракция на кристалле. Характеристики излучений.
- 11 Закон (формула) Вульфа-Брэгга.
- 12 Дифракционные методы. Метод Лауэ.
- 13 Дифракционные методы. Метод вращений.
- 14 Дифракционные методы. Метод порошка.
- 15 Структурный анализ. Структурный фактор базиса.
- 16 Обратная. решётка. Свойства обратной решетки. Построение обратной решётки
- 17 Ячейка Вигнера –Зейтца. Пример построения.
- 18 Зоны Бриллюэна. Примеры построения.
- 19 Уравнения Лауэ.
- 20 Экспериментальные дифракционные методы определения кристаллической структуры твердого тела
- 21 Классификация кристаллов.
- 22 Молекулярные кристаллы.
- 23 Ионные кристаллы.
- 24 Ковалентные кристаллы
- 25 Металлы.
- 26 Кристаллы с водородной связью
- 27 Классификация твердых тел с точки зрения энергетических зон.
- 28 Поверхность Ферми.
- 29 Природа происхождения энергетических зон. Зонные схемы.
- 30 Происхождение энергетических зон.
- 31 Спектр свободного электрона в кристалле.
- 32 Энергия Ферми.
- 33 Эффективная масса электронов.
- 34 Гармоническое приближение.
- 35 Колебания в однородной цепочке атомов
- 36 Колебания в цепочке с двумя сортами атомов
- 37 Колебания в цепочке с одним сортом атомов
- 38 Колебания атомов в трехмерной решетке.
- 39 Число разрешенных значений длин волн. граничные условия Борна-Кармана.
- 40 Анализ дисперсионной кривой для линейной цепочки одинаковых атомов.
- 41 Зависимость фазовой и групповой скоростей от волнового числа.
- 42 Акустическая и оптическая ветви колебаний.
- 43 Экспериментальные методы исследования фононного спектра.
- 44 Фононная теплоемкость твердых тел
- 45 Классификация дефектов.
- 46 Тепловые точечные дефекты.
- 47 Термодинамика тепловых точечных дефектов.
- 48 Точечные дефекты в ионных кристаллах
- 49 Поверхностные и объемные дефекты.
- 50 Радиационные дефекты.
- 51 Дефекты упаковки. Дислокации
- 52 Дефекты по Френкелю и по Шоттки.
- 53 Факторы, вызывающие появление дефектов.
- 54 Образование дислокаций. Схема Франка-Рида.
- 55 Приближение сплошной среды.
- 56 Механическое напряжение.
- 57 Деформация.
- 58 Тензоры напряжений и деформаций.
- 59 Диаграмма деформации. Закон Гука.
- 60 Матричная запись тензоров.
- 61 Пластические свойства твердых тел.



- 62 Упругие волны в твердых телах.  
63 Соотношения Коши. Устойчивость кристаллических решеток  
64 Уравнение движения сплошной среды.  
65 Энергия деформируемого твердого тела.  
66 Упругие волны в твердых телах.

#### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний навыков и практических навыков производится в виде зачета и выполнения тестовых работ.

Тестовые работы, предусматривающие проверку теоретических знаний.

Успешное написание запланированных тестовых работ влияет на допуск к зачету.

Зачетный билет содержит два теоретических вопроса. На зачете студент получает оценку «зачтено» в случае успешного ответа на теоретические вопросы билета.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Гольдаде В. А., Пинчук Л. С., Мышкин Н. К.	Физика конденсированного состояния: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93309</a> )	Минск : Белорусская наука, 2009	ЭБС
Л1.2	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: [учебное руководство]	Москва: [Альянс], 2013	
Л1.3	Павлов П. В., Хохлов А. Ф.	Физика твердого тела: учебник для студентов вузов	Москва : Высшая школа, 2000	
Л1.4	Кацнельсон А. А.	Введение в физику твердого тела: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов	Москва : Издательство МГУ, 1984	
Л1.5	Киттель Ч.	Введение в физику твердого тела ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483361">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483361</a> )	Москва : Наука, 1978	ЭБС

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Зиненко, Сорокин, Турчин	Основы физики твердого тела: Учебное пособие для вузов	М.: Физматлит, 2001	
Л2.2	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учебник для втузов	М. : Высш. шк., 1976	
Л2.3	Пейсахович Ю. Г., Филимонова Н. И.	Физика конденсированного состояния: фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576457">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576457</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный и технический университет, 2018	ЭБС
Л2.4	Чуканов А. Н., Сергеев Н. Н., Гвоздев А. Е., Сергеев А. Н., Медведев П. Н., Чуканов А. Н.	Физика конденсированного состояния: дефекты строения в металлах: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617598">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617598</a> )	Москва, Вологда : Инфра -Инженерия, 2021	ЭБС
Л2.5	Чуканов А. Н., Сергеев Н. Н., Гвоздев А. Е., Сергеев А. Н., Медведев П. Н., Чуканов А. Н.	Физика конденсированного состояния: прочность и разрушение материалов: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617602">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617602</a> )	Москва, Вологда : Инфра -Инженерия, 2021	ЭБС



## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a>
Э4	Znaniyum.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М <a href="http://znaniyum.com/">http://znaniyum.com/</a>
Э5	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э6	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## 7.3 Перечень информационных технологий

### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

Adobe Reader

WinDjView

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

Ubuntu Linux

LibreOffice

### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины осуществляется в учебной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 25 студентов. Если занятия ведутся для потока студентов, то дисциплина ведется в лекционной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 100 студентов.

Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.

Используются электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) и учебная лаборатория вычислительной физики кафедры теоретической физики (аудитория 222) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Физика конденсированного состояния вещества» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов. Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы,



проводится анализ основных понятий и методов, рассматриваются примеры.  
Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводятся тестовые работы и зачет.  
Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.  
В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).  
При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.  
Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» A2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA,



рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой CleVu с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

