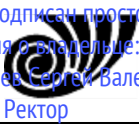


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 07.04.2026 15:19:36 Уникальный программный ключ: 04c19ed8b1b9815b6c077448609a678808322523	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Фазовые равновесия и структурообразование 2" по направлению подготовки (специальности) 03.03.02 "Физика" направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	---	--------

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Фазовые равновесия и структурообразование 2

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Челябинск 2026 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

Цель дисциплины сформировать у студентов теоретические представления о механизмах структурообразования в различных кристаллических твердых телах и металлических материалах и на их основе научить анализировать структуры металлов и сплавов, возникающие при различных процессах: кристаллизации, полиморфных превращениях, деформации и последующем отжиге, старении и других процессах. Научить предсказывать характер изменений структуры в результате внешних воздействий и направление изменения свойств, анализировать и самостоятельно строить фазовые диаграммы и предсказывать на основе фазовых диаграмм изменения структуры и свойств сплавов в различных процессах.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок в области физических наук; о способах планирования и организации исследований.

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) в области физических наук: проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.07.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Механика

Аналитическая геометрия

Молекулярная физика

Линейная алгебра

Векторный и тензорный анализ

Математический анализ

Электричество и магнетизм

Оптика

Химия

Фазовые равновесия и структурообразование 1

Введение в физику твердого тела

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

Коррозия и защита металлов

Физические свойства твердых тел

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (преддипломная практика)

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

**ПК-1: Способен применять специализированные знания, полученные в области физических наук, при проведении научно-исследовательских разработок**

**Знать:**

Для достижения ПК-1.1: основные технологические процессы, связанные с фазовыми превращениями и их использование при производстве и обработке материалов, особенности влияния фазовых превращений на



жизненный цикл материалов и изделий из них;

**Уметь:**

Для достижения ПК-1.2: выбирать технологические приемы, связанные с фазовыми превращениями для решения задач материаловедения; определять физические, механические свойства материалов при фазовых превращениях

**Владеть:**

Для достижения ПК-1.3: принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования; навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора материалов, основные технологические процессы производства и обработки материалов, особенности жизненного цикла материалов и изделий из них; закономерности структурообразования различных материалов; влияние дефектов кристаллической структуры на свойства материалов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, надежности и долговечности изделий; выбирать материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности; определять физические, механические свойства материалов при различных видах испытаний.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования; навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники обработки экспериментальных данных.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72	Виды контроля в семестрах: экзамены 8
в том числе :	
аудиторные занятия : 30	
самостоятельная работа : 11,7	
часов на контроль : 27	
контактная работа: 33,3	
ИКР: 3,3	

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Формирование структуры металла при кристаллизации</b>			
1.1	Общие представления о фазовых равновесиях /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
1.2	Кристаллическая структура металлических слитков /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
1.3	Формирование структуры металла при кристаллизации. /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Фазы в металлических сплавах</b>			



2.1	Диаграммы состояния. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
2.2	Фазы в металлических сплавах /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Формирование структуры сплавов при кристаллизации</b>				
3.1	Особенности фазовых превращений в сплавах в твердом состоянии /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.2	Диаграммы состояния, строение и свойства сплавов /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.3	Построение фазовых диаграмм бинарных расплавов, образующих ограниченные твердые растворы и эвтектику /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.4	Построение фазовых диаграмм бинарных расплавов, образующих ограниченные твердые растворы и перитектику /Пр/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.5	Построение фазовых диаграмм бинарных расплавов, образующих ограниченные твердые растворы и химические соединения /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.6	Построение фазовых диаграмм тройных систем /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
3.7	Формирование структуры сплавов при кристаллизации /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Пластическая деформация и механические свойства.</b>				
4.1	Разрушение металлов /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
4.2	Прочность металлов /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5
4.3	Пластическая деформация и механические свойства /Ср/	8	5,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольные работы, отчеты по практическим занятиям, вопросы к экзамену

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

Контрольные задачи для практических занятий

1. Найти длину вектора элементарной трансляции в кристаллах алмаза, если кристаллическая решетка кубическая гранцентрированная, содержит 8 атомов, межатомное расстояние 1.54 Å.
2. Рассчитать коэффициент упаковки для простой кубической решетки
3. Рассчитать коэффициент упаковки для простой кубической объемноцентрированной решетки
4. Рассчитать коэффициент упаковки для простой кубической гранцентрированной решетки
5. Найти постоянную Маделунга для линейной цепочки равноудаленных ионов с чередующимися зарядами.
6. Найти постоянную Маделунга для линейной цепочки равноудаленных ионов с чередующимися зарядами методом Эвьена.
7. Найти постоянную Маделунга для квадратной сетки ионов.
8. Найти постоянную Маделунга для первой ячейки Эвьена кристалла для NaCl.
9. В меди, закаленной с 600°С, содержится  $1.1 \cdot 10^{-5}$  % ( ат. ) вакансий. Какую температуру закалки следует выбрать, чтобы концентрация порядка возросла на два порядка?
10. Оцените средние расстояния между равновесными вакансиями в алюминии при 270°С и между закалочными вакансиями при той же температуре после закалки с 6270°С (при условии, что все высокотемпературные моновакансии «замораживаются» и распределены статистически равномерно).
11. Металл содержит 0.1% ( ат. ) равномерно распределенной примеси замещения. Определите среднее расстояние между примесными атомами в единицах периода г. ц. к. и о. ц. к. решетки.
12. Покажите с помощью построения, что вектор Бюргерса прямолинейной цепочки межузельных атомов, расположенной в направлении  $\langle 100 \rangle$  кубической решетки, равен нулю.
13. В образце алюминия после резкого охлаждения в воде появились дислокационные петли, число которых равно  $1 \cdot 10^{15}$  см<sup>-3</sup>, а средний диаметр 30 нм. Оцените концентрацию вакансий при температуре, с которой охлаждался образец.
14. В медной фольге после ядерного облучения появились дислокационные петли, число которых составило  $10^{15}$  см<sup>-3</sup>, а средний диаметр равен 40 нм. Оцените концентрацию возникающих при облучении меди точечных дефектов, конденсация которых привела к образованию дислокационных петель.
15. Покажите с помощью схемы, что при скольжении призматической дислокационной петли, имевшей в исходном положении краевую ориентацию, могут появиться участки с винтовой ориентацией (допустите, что отдельные участки исходной петли неподвижны).
16. Оцените (в километрах) суммарную длину всех дислокаций в 1 см<sup>3</sup> отожженного металла с плотностью дислокаций  $10^8$  см<sup>-2</sup>.

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

Типовые контрольные вопросы и задания представлены в Фондах оценочных средств по дисциплине "Фазовые равновесия и структурообразование 2"

Вопросы к экзамену

1. Равновесные постоянные решетки.
2. Вакансионные комплексы точечных дефектов.
3. Плотность дислокации.
4. Описание структуры кристаллов.
5. Ионные кристаллы.
6. Комплексы собственный дефект - примесный атом.
7. Трансляции и кристаллическая решетка.
8. Объемный модуль упругости.
9. Методы выявления дислокации кристаллах.
10. Операции симметрии.
11. Ковалентные кристаллы.
12. Метод ямок травления.
13. Основные типы кристаллических решеток.
14. Металлические кристаллы.
15. Методы определения концентрации вакансий.
16. Двухмерные кристаллические решетки.



17. Кристаллы с водородными связями.
18. Дислокации их классификация.
19. Трехмерные кристаллические решетки.
20. Атомные радиусы.
21. Краевая дислокация.
22. Кристаллографическое индцирование.
23. Дефекты кристаллической решетки.
24. Скольжение краевой дислокации.
25. Параметры Вейса и индексы Миллера.
26. Классификация дефектов кристаллической решетки.
27. Переползание краевой дислокации.
28. Точечные дефекты.
29. Винтовая дислокация.
30. Энергия дислокаций.
31. Кристаллографические проекции.
32. Термодинамика точечных дефектов.
33. Скольжение винтовой дислокации.
34. Стереографическая проекция.
35. Миграция вакансий.
36. Смешанная дислокация.
37. Основные типы межатомных связей в материалах.
38. Миграция межузельных атомов.
39. Призматическая дислокация.
40. Ван-дер-Ваальсовские связи.
41. Источники и стоки точечных дефектов.
42. Вектор Бюргера.
43. Первичная кристаллизация металлов.
44. Гетерогенные структуры.
45. Диаграмма состояния сплавов с частичным распадом твердого раствора при понижении температуры.
46. Самопроизвольное образование зародышевых центров.
47. Диаграммы состояния.
48. Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых имеют полиморфные превращения.
49. Гетерогенное образование зародышей.
50. Процесс кристаллизации сплавов.
51. Диаграммы состояния, строение и свойства сплавов.
52. Строение металлического слитка.
53. Диаграмма состояния сплавов, образующих неограниченные твердые растворы.
54. Понятия о диаграммах состояния тройных сплавов.
55. Полиморфные превращения.
56. Диаграмма состояния сплавов, образующих ограниченные твердые растворы.
57. Виды напряжений.
58. Твердые растворы.
59. Диаграмма состояния сплавов, образующих химические соединения.
60. Упругая и пластическая деформации.
61. Химические соединения.
62. Особенности фазовых превращений в сплавах в твердом состоянии.
63. Разрушение металлов.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерии оценки знаний студентом на экзамене:

«Отлично»

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала. Исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с поставленными задачами, показывает знания монографического материала. Правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ. Может самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок, уяснил взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретения профессии.

«Хорошо»

Студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос. Может правильно применить теоретические положения и владеет



необходимыми навыками при выполнении практических задач.

«Удовлетворительно»

Студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно»

Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические работы.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П., Проскурина В. Е.	Фазовые равновесия в многокомпонентных системах: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427846">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427846</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014	ЭБС
Л1.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П., Шилова С. В.	Фазовые равновесия в однокомпонентных системах: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427849">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427849</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014	ЭБС
Л1.3	Прудников В. В., Вакилов А. Н., Прудников П. В.	Фазовые переходы и методы их компьютерного моделирования: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68374">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68374</a> )	Москва : Физматлит, 2009	ЭБС
Л1.4	Ильина Е.Б., Хохлачева Н.М., Истомина Н.Б., Марейчева Е.Е., Бабаевский П.Г.	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: учебное пособие ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=431449">https://znanium.com/catalog/document?id=431449</a> )	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024	ЭБС
Л1.5	Симунин М. М., Шиманский А. Ф.	Физика твердого тела: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=705645">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=705645</a> )	Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2021	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Четверикова А. Г.	Кристаллография: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260745">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=260745</a> )	Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012	ЭБС
Л2.2	Еремин В. В., Борщевский А. Я.	Основы общей и физической химии: учебное пособие для вузов	Долгопрудный: Интеллект, 2012	
Л2.3	Киттель Ч.	Введение в физику твердого тела: научная литература ( <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

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛЗ.1	Беленков Е. А., Грешняков В. А.	Практикум по фазовым равновесиям и структурообразованию ( <a href="https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007725/belenkovea">https://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007725/belenkovea</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственно го университета, 2016	ЭБС

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

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
Э4	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Э5	Научная библиотека Челябинского государственного университета <a href="http://www.lib.csu.ru">www.lib.csu.ru</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
WinDjView
PascalABC
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat
Ubuntu Linux
LibreOffice
OpenOffice
ПО Kaspersky

#### 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: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – 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: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – 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».



Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования:

- а) для лиц с нарушением слуха (акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор);
- б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор (использование презентаций с укрупненным текстом);
- в) для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата (персональные мобильные компьютеры – нетбуки).

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

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студента. На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину. Студенту следует равномерно в течение семестра распределять учебную нагрузку по подготовке к семинарам, самостоятельной работе по темам, выносимым на самостоятельную работу студента.

На практических занятиях рассматриваются основные методы и приемы решения задач. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме.

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. Сказанное особенно эффективно, когда речь идет о таких требованиях, как «понимает» или «имеет представление». Напротив, если Вы имеете дело с требованием к деятельности «должен уметь», то рекомендуется поупражняться в соответствующем виде деятельности. Все это имеет непосредственное отношение к подготовке к практическим занятиям. При возникновении вопросов по темам, выносимым на СРС, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему лекционные занятия. В течение всего семестра при освоении курса использовать специальную литературу, имеющуюся в библиотеке ЧелГУ и на электронных носителях.

При подготовке к практическим занятиям студенты могут пользоваться электронными материалами, размещенными на сайтах конференций, электронными книгами и доступом к ведущим периодическим журналам, имеющимся в научной библиотеке университета. Студентам необходимо изучить литературу, рекомендуемую преподавателями.

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет 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 по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

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 применяться 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 информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и 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 с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности 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 предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. 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.

**03.03.02 Физика, Направленность (профиль) "Физика", РПД "Фазовые равновесия и структурообразование 2", 2026 г.н., очная форма обучения**

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована:**

Проректор по учебной работе утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 05 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета  
физического факультета согласовано М.А. Загребин

**Заседанием кафедры физики конденсированного состояния**

Протокол заседания № 05 от 17.02.2026

Заведующий кафедрой согласовано В.Д. Бучельников

Авторы (составители) М.В. Матюнина  
В.А. Грешняков

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 274-1**