

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 05.05.2025 11:38:57 Уникальный программный ключ: 04c19ed88fb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Рентгенография и рентгеноструктурный анализ" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Рентгенография и рентгеноструктурный анализ

Направление подготовки (специальность)

28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль)

Нанотехнологии в материаловедении

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

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

Челябинск 2024 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 состоит в изучении студентами основ рассеяния рентгеновских лучей совершенными и дефектными кристаллами, газом и жидкостью, основных методов рентгеноструктурных исследований, обеспечении теоретической и практической подготовки в области физического материаловедения. Курс предназначен для студентов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния вещества и физического материаловедения.

Конкретные задачи курса сводятся к следующему:

- Рассмотрение закономерностей рассеяния рентгеновских лучей электроном и атомом.
- Овладение основными представлениями теории рассеяния рентгеновских лучей на совершенном и дефектном кристалле, газе и жидкости.
- Овладение основными методами рентгеноструктурных исследований, техникой проведения эксперимента и обработки полученных результатов

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов

ОПК-1.2. использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности

ОПК-1.3. использует основные экспериментальные методы определения физико-химических свойств материалов и изделий из них

ПК-2.1: Знает основные взаимодополняющие методы и методики исследования структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

ПК-2.2: Умеет: анализировать имеющиеся литературные данные по новым подходам к исследованию структуры и свойств материалов; обеспечивать соблюдение технических условий на всех стадиях проведения комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

ПК-2.3: Владеет навыками работы с основной приборной базой для исследования структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.14

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Современные технологии поиска и обработки информации

Математический анализ

Аналитическая геометрия

Линейная алгебра

Векторный и тензорный анализ

Физика

Кристаллография

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

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Физические свойства твердых тел

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

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования**

**Знать:**



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Рентгенография и рентгеноструктурный анализ" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

Для достижения ОПК-1.1: основные представления теории рассеяния рентгеновского излучения на совершенном и дефектном кристалле, газе и жидкости; основные представления формирования контраста на изображении, формируемом методом рентгеновской топографии;

**Уметь:**

Для достижения ОПК-1.2: оценивать возможности и объем получаемой информации при применении рентгеновских методов исследования для решения конкретных задач современного материаловедения, физики конденсированного состояния и химии твердого тела; пользоваться современными методами обработки и анализа и физической информации, получаемой в ходе эксперимента;

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.3: современными методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов

**ПК-2: Способен организовывать проведение комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов**

**Знать:**

Для достижения ПК-2.1: основные методы рентгеноструктурных исследований, технику проведения эксперимента и обработки полученных результатов; природу рентгеновских лучей, их спектры, современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа, детекторы рентгеновского излучения

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2: решать основные практические задачи по исследованию структуры материалов методами рентгеноструктурного анализа

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3: современными методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные представления теории рассеяния рентгеновского излучения на совершенном и дефектном кристалле, газе и жидкости;
3.1.2	основные представления формирования контраста на изображении, формируемом методом рентгеновской топографии;
3.1.3	основные методы рентгеноструктурных исследований, технику проведения эксперимента и обработки полученных результатов;
3.1.4	природу рентгеновских лучей, их спектры, современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа, детекторы рентгеновского излучения.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	решать основные практические задачи по исследованию структуры материалов методами рентгеноструктурного анализа, оценивать возможности и объем получаемой информации при применении рентгеновских методов исследования для решения конкретных задач современного материаловедения, физики конденсированного состояния и химии твердого тела; пользоваться современными методами обработки и анализа и физической информации, получаемой в ходе эксперимента; использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	современными методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов.



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 144	Виды контроля в семестрах: экзамены 6
в том числе :	
аудиторные занятия : 52	
самостоятельная работа : 64,6	
часов на контроль : 18	
контактная работа: 61,4	
ИКР: 9,4	

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Кинематическая теория рассеяния. Рассеяние группой атомов, структурная амплитуда</b>			
1.1	Введение. Взаимодействие излучения с веществом. Прямая и обратная задача в теории рассеяния. Структурный анализ как преобразование Фурье. Обратное пространство. Задачи, решаемые с помощью структурного анализа /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
1.2	Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Эффективное сечение рассеяния. /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
1.3	Рассеяние рентгеновских лучей изолированным атомом. /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
1.4	Природа рентгеновских лучей, их спектры. Современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа. Детекторы рентгеновского излучения. Определение размеров блоков когерентного рассеяния и величины микродеформаций. Рентгеновская дифрактометрия. Качественный и количественный фазовый анализ. /Ср/	6	64,6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 2. Рассеяние идеальным кристаллом. Влияние статических и динамических дефектов на рассеяние излучения. Основные методы рентгеноструктурных исследований</b>			
2.1	Рассеяние группой атомов. Структурная амплитуда. Рассеяние идеальным конечным кристаллом. /Лек/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.2	Влияние теплового движения на рассеяние рентгеновских лучей. Фактор Дебая-Валлера. /Лек/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.3	Интенсивность рассеяния одноатомным газом. Рассеяние жидкостями. /Лек/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3



2.4	Рассеяние под малыми углами. Рассеяние рентгеновских лучей стареющими сплавами. /Лек/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.5	Обратная решетка. Сфера Эвальда. Интерференционная функция. Условия погасания рефлексов. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.6	Определение размеров блоков когерентного рассеяния и величины микродеформаций. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.7	Природа рентгеновских лучей, их спектры. Современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа. Детекторы рентгеновского излучения. /Пр/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.8	Основные методы рентгеноструктурных исследований. Рентгеновская дифрактометрия. Качественный и количественный фазовый анализ. Рентгеновский анализ текстур. Рентгеновская топография. Современная техника рентгеноструктурных исследований. /Пр/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 3. Иная контактная работа</b>				
3.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	9,4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Письменный опрос по содержанию основных понятий, задания к практическим занятиям, презентации по темам, тестовые задания  
Вопросы к экзамену

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

Пример задания к практическим занятиям:

Студентам предлагаются несколько рентгенограмм исследуемого образца, подвергнутого термообработке (ТМО). Необходимо проанализировать кинетику изменения структурных параметров образца в процессе ТМО:  
- определить межплоскостные расстояния и средние размеры ОКР, характерных для исследуемого образца (кристаллическая составляющая);  
- изменение параметров структуры в процессе ТМО (рентгенограммы прилагаются).

Темы презентаций

1. Рентгеновская дифракция. Открытие рентгеновских лучей.
2. Применение рентгеновского излучения
3. Рентгеновские дифрактометры.
4. Ученые Вульф и Брэгг. Формула Вульфа-Брэгга
5. Ученые Селяков и Шеррер. Формула Селякова-Шеррера

Типовые контрольные задания представлены в Фондах оценочных средств дисциплины

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



Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации представлены в Фондах оценочных средств

#### Вопросы к экзамену

1. Амплитуда рассеяния.
2. Структурный анализ как преобразование Фурье.
3. Фурье-трансформанта многокомпонентного объекта.
4. Рассеяние свободным электроном.
5. Эффективное сечение рассеяния электроном.
6. Атомная амплитуда рассеяния рентгеновских лучей.
7. Рассеяние группой атомов. Структурная амплитуда рассеяния.
8. Обратная решетка. Свойства вектора обратной решетки. Сфера Эвальда.
9. Интерференционная функция.
10. Условие погасания рефлексов для ОЦК и ГЦК решетки.
11. Фактор формы.
12. Упругие искажения.
13. Интенсивность рассеяния искаженным кристаллом.
14. Влияние теплового движения на рассеяние рентгеновских лучей.
15. Фактор Дебая-Валлера. Тепловое диффузное рассеяние.
16. Интенсивность рассеяния одноатомным газом.
17. Рассеяние под малыми углами. Рассеяние рентгеновских лучей стареющими сплавами.
18. Основы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, метод Дебая-Шеррера, рентгеновская дифрактометрия, рентгеновская топография.
19. Природа рентгеновских лучей, их спектры. Современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа.
20. Детекторы рентгеновского излучения.
21. Качественный фазовый анализ.
22. Количественный фазовый анализ.
23. Рентгеновский анализ текстур.
24. Рентгеновская топография.
25. Задачи, решаемые с помощью структурного анализа.

#### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний производится в виде контрольных работ. Номер варианта выполнения контрольных заданий назначается преподавателем. Контрольные работы, предусматривающие проверку теоретических знаний, включают один теоретический вопрос. Успешный ответ на теоретический вопрос влияет на допуск к зачету.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Оценка уровня освоения программы производится в ходе экзамена, проводимого в устно-письменной форме по темам аудиторных занятий, а также по темам, выносимым на СРС. Оценка «отлично» ставится при условии полного и глубокого освоения материала курса. Оценка «хорошо» ставится при условии освоения материала курса. Оценка «удовлетворительно» ставится в случае освоения студентом основных понятий в рамках материала курса. Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае отсутствия у студента базовых знаний по курсу в целом, либо по отдельным его частям.

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

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Агеев Н. В.	Рентгенография металлов и сплавов: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=100990">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=100990</a> )	Ленинград : КУБУЧ, 1932	ЭБС
Л1.2	Корнилович А. А., Ознобихин В. И., Суханов И. И., Холявко В. Н.	Физика твердого тела: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228969">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228969</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.3	Вайнштейн Б. К.	Дифракция рентгеновых лучей на цепных молекулах: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475615">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475615</a> )	Москва : Издательство Академии Наук СССР, 1963	ЭБС
ЛП.4	Уманский Я. С.	Рентгенография металлов и полупроводников: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475626">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475626</a> )	Москва : Металлургия, 1969	ЭБС
ЛП.5	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
ЛП.6	Монина Л. Н.	Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437</a> )	Тюмень : Тюменский государственный университет, 2016	ЭБС
ЛП.7	Суворов Э. В.	Материаловедение: методы исследования структуры и состава материалов: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/514643">https://urait.ru/bcode/514643</a> )	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Кривоглаз М. А.	Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475633">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=475633</a> )	Москва : Наука, 1967	ЭБС
Л2.2	Ковба Л. М., Трунов В. К.	Рентгенофазовый анализ	Москва : Издательство МГУ, 1969	
Л2.3	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учебник для вузов	Москва : Металлургия, 1982	
Л2.4	Жданов Г. С., Илюшин А. С., Никитина С. В.	Дифракционный и резонансный структурный анализ: рентгено-, электроно-, нейтроно-, мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия : учебное пособие для вузов	Москва: Наука, 1980	
Л2.5	Суворов Э. В.	Дифракционный структурный анализ: учебное пособие для спо ( <a href="https://urait.ru/bcode/517420">https://urait.ru/bcode/517420</a> )	Москва : Юрайт, 2023	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	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://urait.ru.ru">https://urait.ru.ru</a>
Э3	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.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>

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365
Adobe Reader
WinDjView
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat



OpenOffice

LibreOffice

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: <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.
6. База данных параметров структур неорганических и органических соединений PDF-2;
7. Программное обеспечение «DiffracPlus», «Torus», «Eva»;
8. Морозова Н.К. Кристаллография и методы исследования структур. Конспект лекций МЭИ. 2004. 106 с.
9. С.В. Цыбуля, С.В.Черепанова. Введение в структурный анализ нанокристаллов. Учебное пособие. Новосибирск, 2008. 92 с.

## 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».

На кафедре физики конденсированного состояния имеются специализированные лаборатории:

Лаборатория рентгеноструктурного анализа №126, Центр коллективного пользования «Научно-технологические технологии» 126 в, 126 г

Рентгеновский дифрактометр ДРОН-3, рентгеновский порошковый дифрактометр Bruker D8 Advance, шаровая мельница FRITSCH, энерго-дисперсионный рентгеновский спектрометр ARL QUANT'X, компьютеры с специализированным программным обеспечением – 5 шт.,

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

Освоение содержания учебной дисциплины «Рентгенография и рентгеноструктурный анализ» осуществляется на лекциях 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 рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по 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. 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 «EiBraille-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» А2 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 Clevy 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.

