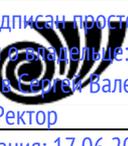


|  |   |  |        |
|--|---|--|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор<br>Дата подписания: 17.06.2025 15:30:48<br>Уникальный программный ключ:<br>04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8732723 |  МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | Рабочая программа дисциплины "Рентгенография и рентгеноструктурный анализ" по направлению подготовки (специальности) 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" направленности (профиль) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ» | стр. 1 |
|--|---|--|--------|

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

### **Рентгенография и рентгеноструктурный анализ**

Направление подготовки (специальность)

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)

Физико-химия процессов и материалов

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

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

Челябинск 2025 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-1.1: Знает основные требования к достижению технического уровня изделий из наноструктурированных композиционных материалов с учетом опыта ведущих организаций

ПК-1.2: Умеет: анализировать имеющиеся литературные данные по взаимосвязи дисперсного состава и свойств наноструктурированных материалов; обеспечивать соблюдение требований стандартов, технических условий и нормативной документации на всех стадиях проектирования изделий из наноструктурированных композиционных материалов

ПК-1.3: Владеет навыками формирования технических заданий на приобретение сырья и вспомогательных материалов для производства наноструктурированных композиционных материалов

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.09

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая геометрия

Математический анализ

Линейная алгебра

Физика

Неорганическая и органическая химия

Кристаллография

Инженерная графика

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

Электронная и сканирующая зондовая микроскопия

Фазовые равновесия и структурообразование

Коррозия и защита металлов

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Физика прочности и механические свойства материалов

Физические свойства твердых тел

Производственная практика (преддипломная практика)

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

Практикум по рентгеновским методам исследования материалов



Дополнительные главы рентгеноструктурного анализа

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

**ПК-1: Способен анализировать опыт ведущих организаций, организовывать проведение НИР по проектированию и разработке наноструктурированных композиционных материалов и внедрять результаты исследований в новые технологии**

**Знать:**

Для достижения ПК-1.1: 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-1.2: решать основные практические задачи по исследованию структуры материалов методами рентгеноструктурного анализа

**Владеть:**

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

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания**

**Знать:**

Для достижения ОПК-1.1: основные законы физики и химии твердого тела

**Уметь:**

Для достижения ОПК-1.2: применять математический аппарат обработки результатов исследования

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.3: навыками обработки дифракционных картин

**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:<br>экзамены 6 |
| в том числе :                 |  |
| аудиторные занятия : 52       |  |
| самостоятельная работа : 46,6 |  |
| часов на контроль : 36        |  |
| 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<br>/Лек/  | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |
| 1.2         | Рассеяние рентгеновских лучей свободным электроном. Эффективное сечение рассеяния. /Лек/   | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |
| 1.3         | Рассеяние рентгеновских лучей изолированным атомом. /Лек/  | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>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.<br>/Ср/ | 6              | 46,6  | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>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<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.2         | Влияние теплового движения на рассеяние рентгеновских лучей. Фактор Дебая-Валлера. /Лек/   | 6              | 6     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.3         | Интенсивность рассеяния одноатомным газом. Рассеяние жидкостями. /Лек/   | 6              | 6     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |
| 2.4         | Рассеяние под малыми углами. Рассеяние рентгеновских лучей стареющими сплавами. /Лек/  | 6              | 4     | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3    |



|   |  |   |     |  |
|---|--|---|-----|--|
| 2.5                                     | Обратная решетка. Сфера Эвальда. Интерференционная функция. Условия погасания рефлексов. /Пр/  | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 |
| 2.6                                     | Определение размеров блоков когерентного рассеяния и величины микродеформаций. /Пр/  | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>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<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>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<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>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<br>Л1.4 Л1.5Л2.1<br>Л2.2 Л2.3             |

## 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 термообработки (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 рентгеновский 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. 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 | Киттель Ч., Гусев А. А.                                      | Введение в физику твердого тела: [учебное руководство]  | Москва: [Альянс], 2013          |        |
| Л1.2 | Ковба Л. М., Трунов В. К.                                    | Рентгенофазовый анализ  | Москва : Издательство МГУ, 1969 |        |
| Л1.3 | Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н. | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учебник для вузов  | Москва : Металлургия, 1982      |        |
| Л1.4 | 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    |
| Л1.5 | Анисович А. Г.   | Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483969">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483969</a> ) | Минск : Беларуская навука, 2017 | 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    |



|      | Авторы,                            | Заглавие   | Издательство,  | Ресурс |
|------|------------------------------------|--|--|--------|
| Л2.2 | Иверонова В. И.,<br>Ревкевич Г. П. | Теория рассеяния рентгеновских лучей: учебное пособие для вузов  | Москва :<br>Издательство<br>МГУ, 1978                            |        |
| Л2.3 | Монина Л. Н.                       | Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ:<br>учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567437</a> ) | Тюмень :<br>Тюменский<br>государственный<br>университет,<br>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 | Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.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

|                       |
|-----------------------|
| Adobe Reader          |
| WinDjView             |
| 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.   |
| 6. База данных параметров структур неорганических и органических соединений PDF-2;  |
| 7. Программное обеспечение «DiffracPlus», «Topas», «Eva», SIEva;  |
| 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.   |



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) 22.03.01 "Материаловедение и технологии материалов" направленности (профилю) Физико-химия процессов и материалов ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 9

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 «Наукоемкие 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 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.

