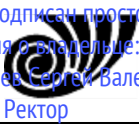


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 09.04.2026 14:03:12 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8323723	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Практикум по рентгеновским методам исследования материалов" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Практикум по рентгеновским методам исследования материалов

Направление подготовки (специальность)

28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль)

Нанотехнологии в материаловедении

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 состоит в продолжении изучения студентами основ рассеяния рентгеновских лучей совершенными и дефектными кристаллами, 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:

- Получение навыков работы с рентгеновскими дифрактометрами (пробоподготовка, установление параметров съемки в зависимости от формы/состояния исследуемых объектов).

- Овладение основными методами рентгеноструктурных исследований, техникой проведения эксперимента и обработки полученных результатов

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач.

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:

ФТД.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Современные технологии поиска и обработки информации

Введение в специальность

Физика

Введение в наноинженерию

Рентгенография и рентгеноструктурный анализ

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

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

Производственная практика (преддипломная практика)

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

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

Для достижения УК-1.1: терминологию в области рентгеновской дифракции

Уметь:

Для достижения УК-1.2: проводить поиск, критический анализ и синтез информации при решении задач научно-исследовательской деятельности

Владеть:

Для достижения УК-1.2: знаниями из области рентгеновской дифракции



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

Знать:

Для достижения ПК-2.1: устройство и принцип работы рентгеновских дифрактометров, принципы обработки рентгенограмм материалов

Уметь:

Для достижения ПК-2.2: проводить рентгеноструктурные исследования материалов, обрабатывать рентгенограммы с применением современных программных обработки

Владеть:

Для достижения ПК-2.3: навыками работы на рентгеновских дифрактометрах, обработки рентгеноструктурных данных

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
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.
3.2	Уметь:
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;
3.3	Владеть:
3.3.1	современными методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72	Виды контроля в семестрах: зачеты 7
в том числе :	
аудиторные занятия : 34	
самостоятельная работа : 37,8	
: контактная работа: 34,2 ИКР: 0,2	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Знакомство с рентгеновским дифрактометром			
1.1	Основные узлы, порядок включения и выключения. Пробоподготовка исследуемых образцов. /Лаб/	7	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4



1.2	Рентгеновские дифрактометры /Ср/	7	16	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 2. Фазовый анализ				
2.1	Обработка рентгенограмм с помощью программного обеспечения Eva, SIEva, Search/Match /Лаб/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Обработка рентгенограмм /Ср/	7	11,8	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 3. Профильный анализ				
3.1	Профильный анализ с помощью программного обеспечения Topas, GSAS /Лаб/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Разделение профиля максимума на компоненты (Topas, Origin) /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
3.3	Программы профильного анализа /Ср/	7	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 4. Текстуриный анализ				
4.1	Текстуриный анализ /Лаб/	7	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 5. Аттестация				
5.1	Зачетное занятие, выполнение контрольных заданий /Лаб/	7	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4
Раздел 6. Иная контактная работа				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Теоретические вопросы к зачету, контрольные задания

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации



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

Рабочая программа дисциплины "Практикум по рентгеновским методам исследования материалов" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 6

Типовые контрольные задания для текущей аттестации 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

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
ЛП.1	Ковба Леонид Михайлович.	Рентгенография в неорганической химии: [Учеб. пособие для вузов по спец. "Химия"]	Москва : Изд-во МГУ, 1991	
ЛП.2	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: учебник для вузов	Москва : Металлургия, 1982	
ЛП.3	Анисович А. Г.	Рентгеноструктурный анализ в практических вопросах материаловедения: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483969)	Минск : Беларуская навука, 2017	ЭБС
ЛП.4	Монина Л. Н.	Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567437)	Тюмень : Тюменский государственный университет, 2016	ЭБС
ЛП.5	Симунин М. М., Шиманский А. Ф.	Физика твердого тела: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705645)	Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2021	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Агеев Н. В.	Рентгенография металлов и сплавов: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100990)	Ленинград : КУБУЧ, 1932	ЭБС
Л2.2	Жданов Г. С., Уманский Я. С.	Рентгенография металлов: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103647)	Москва, Ленинград : Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1941	ЭБС



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.3	Хейкер Д. М., Зевин Л. С., Жданов Г. С.	Рентгеновская дифрактометрия: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116227)	Москва : Гос. изд-во физико- математической лит., 1963	ЭБС
Л2.4	Уманский Я. С.	Рентгенография металлов и полупроводников: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475626)	Москва : Металлургия, 1969	ЭБС
Л2.5	Фазлитдинова А. Г., Мамаев Н. А.	Природа рентгеновского излучения. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра: методические указания к лабораторной работе	Челябинск: Издательство Челябинского государственно го университета, 2014	
Л2.6	Анищик В. М., Гуманский Г. А.	Структурный анализ: (элементы теории, задачи, лабораторные работы)	Минск : БГУ, 1979	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. URL: http://e.lanbook.com/
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: http://biblioclub.ru/
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт URL: https://urait.ru
Э4	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Connect Acrobat
LMS Moodle
Adobe Reader
Ubuntu Linux
ПО Kaspersky
OpenOffice

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 PDF-2 (2006)
7. Программное обеспечение для работы с рентгенограммами, входящее в комплект рентгеновских дифрактометров Emma (GBC) и D8 Advance (Bruker)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



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

Рабочая программа дисциплины "Практикум по рентгеновским методам исследования материалов" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 8

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 рентгеноструктурного анализа №126 и Центр коллективного пользования «Наукоемкие технологии»126 в, 126 г:

Рентгеновский дифрактометр Emma GBC, рентгеновский порошковый дифрактометр Bruker D8 Advance, шаровая мельница FRITSCHE, 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 «практикум по рентгеновским методам исследования материалов» 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.

