

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.06.2026 11:10:35
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b8c077a488b9a8788b8322323



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Практикум по рентгеновским методам исследования материалов**

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)
Физико-химия процессов и материалов

Присваиваемая квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора **2026**

Челябинск 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Направленность (профиль): Физико-химия процессов и материалов

Дисциплина: Практикум по рентгеновским методам исследования материалов

Год: 4

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках бинарной системы «зачтено/ не зачтено».

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	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.	Для достижения УК-1.1 знать: терминологию в области рентгеновской дифракции; Для достижения УК-1.2 уметь: проводить поиск, критический анализ и синтез информации при решении задач научно-исследовательской деятельности Для достижения УК-1.2 владеть: знаниями из области рентгеновской дифракции
ПК-1	Способен анализировать опыт ведущих организаций, организовывать проведение НИР по проектированию и разработке наноструктурирован	ПК-1.1: Знает основные требования к достижению технического уровня изделий из наноструктурированных композиционных материалов с учетом опыта ведущих организаций ПК-1.2: Умеет	Для достижения ПК-1.1: знать устройство и принцип работы рентгеновских дифрактометров, принципы обработки рентгенограмм материалов; Для достижения ПК-1.2: уметь проводить рентгеноструктурные



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

	<p>ных композиционных материалов и внедрять результаты исследований в новые технологии</p>	<p>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</p>	<p>исследования наноструктурированных композиционных материалов, внедрять результаты исследований в новые технологии; Для достижения ПК-1.3: владеть навыками работы на рентгеновских дифрактометрах, обработки рентгеноструктурных данных.</p>
ПК-2	<p>Способен осуществлять контроль соответствия сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов техническим условиям и стандартам</p>	<p>ПК-2.1: Знает требования, предъявляемые к качеству сырья, основных и вспомогательных материалов; технологию производства ПК-2.2: Умеет: подготавливать исходное сырье, калибровать приборы, использовать методы определения качественных и количественных характеристик ПК-2.3: Владеет навыками получения и анализа проб на соответствие установленным требованиям</p>	<p>Для достижения ПК-2.1: знать основные методы рентгеноструктурного анализа для контроля качества исходного сырья и конечного продукта Для достижения ПК-2.2: уметь проводить контроль продукции с помощью методов рентгеноструктурного анализа Для достижения ПК-2.3: владеть методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	<p>Для достижения УК-1.1 знать: терминологию в области рентгеновской дифракции;</p> <p>Для достижения УК-1.2 уметь: проводить поиск, критический анализ и синтез информации при решении задач научно- исследовательской деятельности</p> <p>Для достижения УК-1.2 владеть: знаниями из области рентгеновской дифракции</p> <p>Для достижения ПК-1.1: знать устройство и принцип работы рентгеновских дифрактометров, принципы обработки рентгенограмм материалов;</p> <p>Для достижения ПК-1.2: уметь проводить рентгеноструктурные исследования наноструктурированных композиционных материалов, внедрять результаты исследований в новые технологии;</p> <p>Для достижения ПК-1.3: владеть навыками работы на рентгеновских дифрактометрах, обработки рентгеноструктурных данных.</p> <p>Для достижения ПК-2.1: знать основные методы рентгеноструктурного анализа для контроля качества исходного сырья и</p>	<p>Раздел 1. Знакомство с рентгеновским дифрактометром</p> <p>Раздел 2. Фазовый анализ</p> <p>Раздел 3. Профильный анализ</p> <p>Раздел 4. Текстуальный анализ</p>	контрольные задания	Тестирование



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

конечного продукта Для достижения ПК-2.2: уметь проводить контроль продукции с помощью методов рентгеноструктурного анализа Для достижения ПК-2.3: владеть методами рентгеноструктурных исследований, а также методами обработки полученных экспериментальных результатов			
---	--	--	--

3.2 Содержание оценочных средств

Пример теста

№ п/п	Содержание вопроса	Варианты ответов
1	Амплитуда рассеянной волны объемом dv на расстоянии R равна $dA = A_0[\rho(\vec{r})dv/R]\exp-2\pi i(\vec{H}\vec{r})$. Здесь \vec{H} :	А. Вектор рассеяния Б. Вектор трансляции В. Вектор, описывающий положение атомов в кристалле
2	Интенсивность рассеянного излучения поляризованной волны свободным электроном на расстоянии R равна $J_{\text{расс}} = J_0(e^2/mc^2)^2 \sin^2\varphi/R^2$ Здесь угол φ :	А. Угол между вектором первичной \vec{k}_0 и рассеянной \vec{k} волны Б. Угол между вектором \vec{E}_0 и рассеянной \vec{k}-волны В. Угол между вектором \vec{H}_0 и рассеянной \vec{k} -волны
3	Эффективное сечение рассеяния рентгеновских лучей электроном это	А. $du = J_{\text{расс}}ds$ Б. $U = 8/3\pi J_0(e^2/mc^2)^2$ В. $\sigma = U/J_0 = 8/3\pi(e^2/mc^2)^2$
4	В формуле атомной амплитуды рассеяния рентгеновских лучей $\Phi(\vec{H}) = \sum_0^\infty \rho(\vec{r}) [\sin(2\pi H r) / 2\pi H r] dr$ $\rho(\vec{r})$ это:	А. функция электронной плотности Б. Электрический потенциал В. функция плотности
5	В формуле амплитуды рассеяния рентгеновского излучения группой атомов $\Phi(\vec{H}) = \sum_M f_a(\vec{H}) \times \exp-2\pi i(\vec{H}\vec{r}_m)$	А. Число атомов Б. Число электронов в группе атомов В. Число электронов и ядер в группе атомов



	$m=1$ M это:	
6	<p>В формуле амплитуды рассеяния рентгеновского излучения идеальным кристаллом $\Phi(H^-) = F(H^-) \times D(H^-)$, где:</p> $D(H^-) = \sum_{n=1}^N f_a(H^-) \times \exp(-2\pi i(H^- r_n^-)),$ $D(H^-) = \sum_{m=1}^M \exp(-2\pi i(H^- r_m^-)),$ <p>$D(H^-)$ это:</p>	<p>А. Структурная амплитуда рассеяния Б. Амплитуда рассеяния атомом В. Интерференционная функция (сумма Лауэ)</p>
7	<p>Условие погасания рефлексов для ОЦК решетки:</p>	<p>А. $F(H^-) = 2 f_a(H^-)$ при $h+k+l$ – четном и $F(H^-) = 0$ при $h+k+l$ – нечетном Б. $F(H^-) = 2 f_a(H^-)$ при h,k,l – четном и $F(H^-) = 0$ при h,k,l – нечетном В. $F(H^-) = 2 f_a(H^-)$ при h,k,l –либо четном либо нечетном и $F(H^-) = 0$ при h,k,l – любой другой комбинации</p>
8	<p>Условие погасания рефлексов для ГЦК решетки:</p>	<p>А. $F(H^-) = 4 f_a(H^-)$ при $h+k+l$ – четном и $F(H^-) = 0$ при $h+k+l$ – нечетном Б. $F(H^-) = 4 f_a(H^-)$ при h,k,l – четном и $F(H^-) = 0$ при h,k,l – нечетном В. $F(H^-) = 4 f_a(H^-)$ при h,k,l –либо четном либо нечетном и $F(H^-) = 0$ при h,k,l – любой другой комбинации</p>
9	<p>Сфера Эвальда позволяет:</p>	<p>А. Найти путем геометрического построения для каких узлов обратного пространства, при заданной ориентировке кристалла относительно пучка рентгеновских лучей, будет выполняться условие Вульфа – Брэгга Б. Определить объем кристалла, формирующего дифракционную картину В. Определить длину волны рентгеновского излучения</p>
10	<p>В формуле Селякова-Шеррера $D = k\lambda / [\beta(2\theta) \times \cos \theta]$ величина $\beta(2\theta)$ это:</p>	<p>А. Интегральная ширина дифракционного максимума, выраженная в градусах Б. Интегральная ширина дифракционного максимума, выраженная в радианах В. Ширина дифракционного максимума</p>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 8

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

11	Знакопеременная деформация кристалла (одновременное сжатие одной части и растяжение другой) приведут к:	А. Смещению дифракционного максимума в сторону больших углов Б. Смещению дифракционного максимума в сторону меньших углов В. Увеличению интегральной ширины дифракционного максимума
12	Тепловые колебания атомов кристалла обуславливают	А. Изменение интенсивности дифракционных максимумов Б. Изменение интегральной ширины дифракционных максимумов В. Смещение дифракционных максимумов на рентгенограмме в зависимости от температуры в сторону больших или меньших углов
13	Метод Лауэ применяют при исследовании структуры:	А. Поликристаллических образцов Б. Поликристаллических текстурированных образцов В. Монокристаллов
14	Метод Дебая-Шеррера применяют при исследовании:	А. Поликристаллических образцов Б. Сростков кристаллов В. Монокристаллов
15	Метод рентгеновской дифрактометрии позволяет определять:	А. Атомную амплитуду рассеяния рентгеновских лучей Б. Фазовый состав исследуемого образца В. Пространственное распределение дефектов в кристалле
16	Метод рентгеновской топографии позволяет определять:	А. Распределение точечных дефектов в кристалле Б. Фазовый состав исследуемого образца В. Пространственное распределение и плотность дислокаций в кристалле
17	Для качественного и количественного фазового анализа предпочтительнее использовать метод:	А. Лауэ Б. Дебая-Шеррера В. Рентгеновской дифрактометрии
18	Для регистрации рассеянного рентгеновского излучения с помощью дифрактометра (регистрации дифрактограммы) предпочтительнее использовать	А. Счетчик Гейгера Б. Сцинтилляционный детектор В. Рентгеновскую пленку
19	Источник рентгеновского излучения для структурного анализа, используемый в рентгеновском	А. Рентгеновская трубка Б. Синхротрон В. Ондюлятор



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 9	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

	дифрактометре	
20	В методе рентгеновской дифрактометрии для получения информации о структуре образца используют:	А. «Белое» (тормозное) рентгеновское излучение Б. Характеристическое рентгеновское излучение В. И то, и другое рентгеновское излучение

Примеры контрольных заданий

Практические задания выполняются с помощью программного обеспечения, входящего в комплект к рентгеновским дифрактометрам Emma и D8 Advance.

Задача 1.

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).

t, мин	1			2		
	2 θ , град	d, А	L, нм	2 θ , град	d, А	L, нм
Исх						
10						
20						
40						
60						

Задача 2.

Провести текстурные исследования углеродного волокна. Для этого необходимо построить графики зависимости изменения межплоскостного расстояния и средних размеров от угла ориентации относительно оси волокна. Каждая рентгенограмма снята при повороте оси гониометра на +1 градус (рентгенограммы прилагаются).

Задача 3.



Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Провести фазовый анализ исследуемых образцов (рентгенограммы прилагаются).

Задача 4.

Провести разложение асимметричного дифракционного максимума на симметричные компоненты, описываемых функциями Гаусса, Лоренца, Войта и Пирсона. Проанализировать полученные результаты. Исследовать закономерности структурных превращений материала в процессе высокотемпературной обработки.

Типовые вопросы для подготовки к тестированию

1. Природа рентгеновских лучей, их спектры. Современные источники рентгеновского излучения для структурного анализа.
2. Детекторы рентгеновского излучения.
3. Основы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, метод вращения, метод Дебая-Шеррера, рентгеновская дифрактометрия.
4. Качественный фазовый анализ.
5. Рентгеновский анализ текстур.
6. Рентгеновская топография.
7. Задачи, решаемые с помощью структурного анализа.

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на практических занятиях в виде ответов на контрольные вопросы, а также в виде отчетов по темам практических занятий (лабораторных работ), которые сдает студент в течение семестра. Отчет подразумевает обработку экспериментальных данных с использованием современного оборудования, а также решения профессиональных задач с помощью программного обеспечения в ходе проводимых физико-химических исследований.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Студент допускается к сдаче зачета в конце семестра при написании отчетов о результатах проведенных экспертиз и ответов на контрольные вопросы по основным темам занятий.

При подведении итогов учитываются результаты текущей успеваемости и итогового



Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

тестирования. Оценка итогового тестирования (Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (макс - 100)):

менее 60 % - не зачтено;

60-100 % - зачтено.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения конкретных практических задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов»; не владеет навыками решения конкретных практических задач.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет заочного и дистанционного обучения
Кафедра современных образовательных технологий

Фонд оценочных средств по дисциплине «Практикум по рентгеновским методам исследования материалов» по
направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе _____ утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом факультета заочного и дистанционного обучения

Протокол заседания № 01 от 12.02.2026

Председатель Ученого совета факультета
заочного и дистанционного обучения _____

согласовано

Ш.Ш. Ягафаров

Заседанием кафедры современных образовательных технологий

Протокол заседания № 01 от 12.02.2026

И.о.заведующего кафедрой _____

согласовано

Н.А. Берг

Автор (составитель) _____

А.Г. Фазлитдинова

**Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
от 27 сентября 2022 №573-1**