

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по качеству и государственному

Дата подписания: 28.09.2023 17:03:08

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Рентгенофазовый анализ

Закреплена за подразделением

Кафедра сертификации и аналитического контроля

Направление подготовки

27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ

Профиль

Качество деятельности испытательной лаборатории

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

56

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	26	26	26	26
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	56	56	56	56
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

д.ф-м.н., профессор, Филиппов Михаил Николаевич; ктн, доцент, Муравьева Ирина Валентиновна; к.х.н., зав.каф., Филичкина Вера Александровна

Рабочая программа

Рентгенофазовый анализ

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 27.04.01 СТАНДАРТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

27.04.01 Стандартизация и метрология, 27.04.01-МСМ-23-1.plx Качество деятельности испытательной лаборатории, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

27.04.01 Стандартизация и метрология, Качество деятельности испытательной лаборатории, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра сертификации и аналитического контроля

Протокол от 21.09.2021 г., №1

Руководитель подразделения Филичкина В.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать фундаментальные знания в области рентгеновских методов исследования вещества.
1.2	Научить использовать на практике рентгенофазовый анализ для исследования состава и структуры материалов, постановке цели и задач научного исследования материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Метрология и метрологическое обеспечение	
2.1.2	Современные методы аналитического контроля	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Комбинирование методов для анализа реальных объектов	
2.2.2	Методы отбора и подготовки проб	
2.2.3	Разработка методик аналитического контроля	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен принимать участие в разработке и внедрении новых методов контроля качества продукции	
Знать:	
ПК-2-31 физические основы рентгенофазового анализа	
ОПК-3: Способен самостоятельно решать задачи стандартизации и метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Знать:	
ОПК-3-32 область применения рентгенофазового анализ	
ОПК-3-31 основные термины и определения, используемые в рентгеновских методах анализа	
ПК-2: Способен принимать участие в разработке и внедрении новых методов контроля качества продукции	
Уметь:	
ПК-2-У1 выбирать условия проведения рентгенофазового анализа	
ОПК-3: Способен самостоятельно решать задачи стандартизации и метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Уметь:	
ОПК-3-У1 планировать проведение рентгенофазового анализа	
ПК-3: Способен участвовать в обеспечении выпуска продукции (работ, услуг), соответствующей требованиям технических регламентов и стандартов	
Уметь:	
ПК-3-У1 трактовать результаты рентгенофазового анализа	
ОПК-3: Способен самостоятельно решать задачи стандартизации и метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области	
Владеть:	
ОПК-3-В1 навыками выбора методики анализа рентгенофазовым методом	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	Раздел 1. Физические основы рентгенофазового анализа.							
1.1	Физические основы рентгенофазового анализа. Применение рентгенофазового метода анализа в контроле качества сырья и материалов /Лек/	2	2	ПК-2-31 ОПК-3-32 ОПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р1
	Раздел 2. Методы подготовки проб для рентгенофазового анализа							
2.1	Подготовка проб гомогенного и гетерогенного состава для рентгенофазового анализа. /Пр/	2	4	ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическому занятию /Ср/	2	6	ПК-2-У1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р2
	Раздел 3. Аналитические возможности рентгенофазового анализа							
3.1	Теоретические основы рентгенофазового анализа материалов. Дифракция рентгеновских лучей и дифракционные методы исследования. /Лек/	2	2	ОПК-3-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
3.2	Качественный и количественный рентгенофазовый анализ веществ и материалов, и объектов окружающей среды. /Лек/	2	2	ОПК-3-32 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	
3.3	Индицирование рентгенограмм. /Лек/	2	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
3.4	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. /Пр/	2	4	ПК-2-31 ОПК-3-У1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р2
3.5	Автоматизация и компьютеризация рентгеновских методов анализа вещества. /Пр/	2	4	ОПК-3-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р3
3.6	Аналитические возможности и ограничения методов рентгенофазового анализа. /Пр/	2	4	ОПК-3-32 ПК-2-31 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р4

3.7	Фазовый анализ объектов на рентгеновских спектрометрах со встроенной системой дифракции /Пр/	2	6	ОПК-3-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ОПК-3-32 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ4	Р5
3.8	Автоматизированный фазовый анализ образцов. /Пр/	2	4	ОПК-3-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1 ОПК-3-31 ОПК-3-32 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р6
3.9	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	46	ОПК-3-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ОПК-3-31;ОПК-3-32;ПК-2-31	<p>1 Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической структуре. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брегга.</p> <p>2 Структурная амплитуда. Сфера Эвальда. Определение кристаллической структуры.</p> <p>3 Аппаратура для проведения рентгенодифракционных исследований. Основные схемы дифрактометров.</p> <p>4 Качественный рентгенофазовый анализ. Библиотеки дифракционных данных.</p> <p>5 Зависимость интенсивности рефлекса от содержания фазы в многофазной смеси. смеси. Количественный рентгенофазовый анализ.</p> <p>6 Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах. Определение размера области когерентного рассеяния. Метод Шерера.</p> <p>7 Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов. Определение типа твердого раствора. Изучение диаграмм состояний.</p> <p>8 Структура материалов и ее параметры. Связь структуры и свойств.</p> <p>9 Параметры микроструктуры: размер зерна, дислокации и плотность дислокаций, объемная доля фаз.</p> <p>10 Подготовка проб для дифракционного анализа. Аналитическая поверхность.</p> <p>11 Рентгеновские дифрактометры.</p> <p>12 Методы экспериментального измерения уширения дифракционных максимумов и оценка среднего размера областей когерентного рассеяния.</p> <p>13 Индексирование рентгенограмм, расчет параметров элементарных ячеек кристаллов средних сингоний.</p> <p>14 Метрологические характеристики рентгенофазового анализа.</p>
КМ2	Тест	ПК-2-31;ОПК-3-32	<p>1 Каким методом проводят определение компонентов в смеси, состоящей из Fe, Fe₂O₃, FeO, Fe₂O₃?</p> <p>2 Что является количественной характеристикой рентгенофазового метода?</p> <p>3 Что является качественной характеристикой рентгенофазового метода?</p> <p>4 Объясните разницу в понятиях: «структура кристалла», «кристаллическая решетка», «межплоскостное расстояние».</p>

КМ3	Контрольная работа 1. Дифракция рентгеновских лучей и дифракционные методы исследования.	ПК-2-31	1 Дифракционные методы исследования и их место в современной науке. Основные задачи, решаемые дифракционными методами. 2 Дифракция на кристаллической решетке. Условия получения интерференционного максимума. 3 Способы регистрации дифракционной картины. Методы Лауэ, вращения кристалла, метод поликристаллов. Камера Дебая. 4 Принципиальная схема дифрактометра с фокусировкой по Брэггу-Брентано. 5 Монохроматоры. Ионизационные, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы. Координатные детекторы. 6 Источники погрешностей измерения углов, межплоскостных расстояний и интенсивностей, пути повышения точности.
КМ4	Контрольная работа 2. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.	ПК-2-31;ОПК-3-32	1 Применение рентгенофазового анализа для определения кристаллических характеристик. Использование их для идентификации индивидуального вещества и фаз в смеси. 2 Рентгенометрические справочники, картотека ICDD, программные продукты для РФА и способы их использования. 3 Возможные источники грубых ошибок. 4 РФА изоструктурных фаз и твердых растворов. 5 Применение эталонов и метода добавок. 6 Рекомендации по выбору аналитических пар и режимов съемки. 7 Факторы, определяющие чувствительность и точность РФА. 8 Применение РФА в контроле производства, в экспертизах, в научных исследованиях.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа №1. Подготовка проб гомогенного и гетерогенного состава для рентгеновских методов анализа	ПК-2-У1	Ознакомление с оборудованием, механизмами и методиками отбора и подготовки проб материалов.
P2	Практическая работа №2. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ	ПК-2-У1;ОПК-3-У1	Ознакомление с аппаратурой и методиками рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа
P3	Практическая работа №3. Автоматизация и компьютеризация рентгеновских методов анализа веществ и материалов	ОПК-3-У1;ПК-3-У1	Практическое использование программы OXSAS для определения фазового состава металлургических объектов.
P4	Практическая работа №4. Аналитические возможности и ограничения методов рентгенофазового анализа	ОПК-3-32;ПК-2-31;ОПК-3-У1	Теоретический разбор: Аналитические возможности и ограничения методов рентгенофазового анализа

P5	Практическая работа №5. Комплексный элементный и фазовый анализ объектов на рентгеновском спектрометре со встроенной системой дифракции	ОПК-3-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1	Ознакомление с методиками фазового состава образцов на рентгеновском спектрометре со встроенной системой дифракции
P6	Практическая работа №6. Автоматизированный фазовый анализ образцов	ОПК-3-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1	Ознакомление с устройством и принципом работы рентгеновского дифрактометра

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен проводится по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса.

Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии.

Пример экзаменационного билета:

- 1 Структура материалов и ее параметры. Связь структуры и свойств.
- 2 Качественный рентгенофазовый анализ. Библиотеки дифракционных данных.
- 3 Индицирование рентгенограмм, расчет параметров элементарных ячеек кристаллов средних сингоний.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Работы, предусмотренные рабочей программой, оцениваются по системе "завершено/не завершено".

Качество ответов на тесты и выполнения контрольной работы оценивается по пятибалльной шкале:

- «5 баллов» - выполнено верно 80% задания на контрольную работу.
- «4 балла» - выполнено верно 70% задания на контрольную работу.
- «3 балла» - выполнено верно 60% из задания на контрольную работу.
- «2 балла» - выполнено верно менее 50% задания на контрольную работу.
- «0 баллов» - задание не выполнено.

Критерии оценивания ответов на экзамене:

- 5 «Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
- 4 «Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает вопрос, однако ответ не носит развернутого и исчерпывающего характера
- 3 «Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает вопрос и допускает ряд неточностей. Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание вопроса, допускает значительные неточности
- 2 «Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленный вопрос

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Карпов Ю. А., Савостин А. П., Сальников В. Д.	Аналитический контроль в металлургическом производстве: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Академкнига, 2006
Л1.2	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Золотов Ю. А., Вершинин В. И.	История и методология аналитической химии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Академия, 2008
Л2.2	Отто М.	Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Т. I: пер. с нем.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003
Л2.3	Отто М.	Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Т. II: пер. с нем.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004
Л2.4		Заводская лаборатория: Диагностика материалов: Науч.-техн. журнал по аналит. химии, физ., математ. и механ. методам исследования, а также сертификации материалов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия,

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сальников Вячеслав Дмитриевич, Муравьева Ирина Валентиновна	Современные методы аналитического контроля материалов (N 3951): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронная библиотека научных публикаций	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Э2	Российская государственная библиотека им. Ленина	http://aleph.rsl.ru/F/?func=file&file_name=find-a
Э3	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://library.gpntb.ru/cgi/irbis64r/62/cgiirbis_64.exe? C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&Z21ID=

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	LMS Canvas
П.2	MS Teams
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Microsoft Office

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Российская государственная библиотека им. Ленина http://aleph.rsl.ru/
И.2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России http://library.gpntb.ru/
И.3	Журнал "Научное образование" https://www.na-obr.ru/
И.4	Российский химико-аналитический портал http://www.anchem.ru/forum/
И.5	Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии https://www.gost.ru
И.6	Официальный сайт Российского научно-технического центра информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия http://www.gostinfo.ru/
И.7	Главный форум метрологов https://metrologu.ru/blogs/
И.8	База данных издательства Elsevier https://sciencedirect.com
И.9	Электронная библиотека НИТУ «МИСиС» http://elibrary.misis.ru/login.php
И.10	Научная электронная библиотека https://www.elibrary.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-829	Учебная аудитория для лекционных и практических занятий:	комплект учебной мебели на 28 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus. Закреплена за кафедрой АСУ.

Б-734	Учебная аудитория для занятий лекционного типа:	комплект учебной мебели на 140 мест для обучающихся, рабочее место преподавателя, мультимедийное оборудование, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus и технические средства обучения, служащие для предоставления информации большой аудитории.
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе. При этом студентам рекомендуется иметь рабочую тетрадь для практических занятий, а также внимательно ознакомиться с методическими указаниями по каждому разделу изучаемой дисциплины.

Для изучения дисциплины необходимо использовать литературу, указанную в разделе Содержание.