

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.04.2023 11:06:45

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Рентгеновские методы анализа

Закреплена за подразделением

Кафедра сертификации и аналитического контроля

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Менеджмент качества

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	18			
Неделя	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	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Рентгеновские методы анализа

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 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-22-3.plx Менеджмент качества, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Менеджмент качества, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

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 современные дифракционные, микроскопические и спектроскопические методы исследования состава и структуры материалов, постановке цели и задач научного исследования материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Производственная практика	
2.1.2	Система менеджмента качества предприятий-поставщиков автомобильной промышленности	
2.1.3	Системное статистическое мышление	
2.1.4	Методы улучшения процессов проектирования, разработки и производства продукции	
2.1.5	Разработка технологических документов металлургического предприятия	
2.1.6	Методология научных исследований	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-3: Способен участвовать в обеспечении выпуска продукции (работ, услуг), соответствующей требованиям технических регламентов и стандартов	
Знать:	
ПК-3-31 Современные методы анализа структурного состояния материалов.	
ПК-1: Способен участвовать в разработке и внедрении системы контроля качества продукции	
Знать:	
ПК-1-32 Современные представления об атомной структуре материалов.	
ПК-1-31 Основные понятия, используемые в рентгеновских методах анализа.	
ПК-3: Способен участвовать в обеспечении выпуска продукции (работ, услуг), соответствующей требованиям технических регламентов и стандартов	
Уметь:	
ПК-3-У1 Оценивать точность, чувствительность и границы применимости рентгеновских методов анализа.	
ПК-1: Способен участвовать в разработке и внедрении системы контроля качества продукции	
Уметь:	
ПК-1-У1 Выбирать метод исследования для определения структуры материалов.	
ПК-3: Способен участвовать в обеспечении выпуска продукции (работ, услуг), соответствующей требованиям технических регламентов и стандартов	
Владеть:	
ПК-3-В1 Навыками проведения комплексного анализа состава материалов, включая: рентгеноструктурные, электронно-микроскопические, зондовые сканирующие, спектральные методы исследования материалов.	
ПК-1: Способен участвовать в разработке и внедрении системы контроля качества продукции	
Владеть:	
ПК-1-В1 Умением устанавливать фазовый состав материалов.	

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. Качество металлопродукции и аналитический контроль. Рентгеновские методы анализа в аналитическом контроле.							
1.1	Рентгеновские методы анализа в аналитическом контроле. Применение рентгеновских методов анализа в металлургическом производстве. /Лек/	3	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р1
1.2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическому занятию и защите работы. /Ср/	3	16	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Методы отбора и подготовки проб для рентгеновских методов анализа.							
2.1	Отбор и подготовка проб гомогенного и гетерогенного состава для рентгеновских методов анализа. /Лек/	3	4	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятие проводится в специализированных лабораториях (АВ-302, АВ-310, АВ-313).		Р2
2.2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическому занятию и защите работы. /Ср/	3	16	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 3. Рентгеновские методы анализа.							
3.1	Теоретические основы рентгеновских методов анализа вещества. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р3
3.2	Классификация рентгеновских методов. Качественный и количественный анализ металлургических объектов и объектов окружающей среды. Матричные эффекты. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р4

3.3	Типы рентгеновских спектрометров. Особенности устройства, принципы работы и применения детекторов рентгеновского излучения. Кристалл-дифракционные спектрометры. Сцинтилляционные детекторы. Газонаполненные пропорциональные детекторы. Полупроводниковые детекторы. Энергодисперсионные спектрометры. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р5
3.4	Электронно-зондовый микроанализ. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р6
3.5	Рентгенофлуоресцентный анализ. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р7
3.6	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р8
3.7	Рентгеноспектральный микроанализ вещества с помощью ионного микрозонда. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р9
3.8	Автоматизация и компьютеризация рентгеновских методов анализа вещества. /Пр/	3	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятие проводится в специализированной лаборатории (АВ-310).	КМ1	Р10
3.9	Аналитические возможности и ограничения методов рентгеновского анализа. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р11
3.10	Комплексный элементный и фазовый анализ объектов металлургического производства на рентгеновском спектрометре со встроенной системой дифракции ARL 9900 WS. /Пр/	3	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятие проводится в специализированных лабораториях (АВ-310).		Р12
3.11	Экспресс-анализ объектов металлургического производства на портативном анализаторе X-50 Mobile. /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятие проводится в специализированных лабораториях (АВ-310).		Р13

3.12	Автоматизированный фазовый анализ образцов на дифрактометре Philips PW-1710. /Пр/	3	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Занятие проводится в специализированных лабораториях (АВ-310).		Р14
3.13	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям и защите работ. /Ср/	3	78	ПК-1-31 ПК-1-32	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	Контрольная работа 1. Рентгенофлуоресцентный метод анализа	ПК-1-31	1 Зависимость интенсивности характеристического излучения определяемого элемента от состава пробы. Матричные эффекты в рентгенофлуоресцентном анализе. 2 Методы количественного рентгенофлуоресцентного анализа: метод внешнего стандарта, метод внутреннего стандарта, метод уравнений связи, метод стандарта-фона, метод теоретических поправок, метод фундаментальных параметров. 3 Требования к подготовке пробы в рентгенофлуоресцентном анализе. 4 Методы подготовки пробы в рентгенофлуоресцентном анализе: прессование порошковых проб, сплавление с флюсами. 5 Методы построения градуировочной характеристики в рентгенофлуоресцентном анализе. Использование регрессионных уравнений. 6 Методы рентгенофлуоресцентного анализа без использования адекватных образцов сравнения. 7 Фон в рентгенофлуоресцентном анализе. Метрологические характеристики рентгенофлуоресцентного анализа, диапазон определяемых содержаний, пределы обнаружения и определения.
КМ2	Контрольная работа 2. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ.	ПК-1-32;ПК-3-31	1 Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической структуре. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брегга. 2 Структурная амплитуда. Сфера Эвальда. Определение кристаллической структуры. 3 Аппаратура для проведения рентгенодифракционных исследований. Основные схемы дифрактометров. 4 Качественный рентгенофазовый анализ. Библиотеки дифракционных данных. 5 Зависимость интенсивности рефлекса от содержания фазы в многофазной смеси. Количественный рентгенофазовый анализ. 6 Дифракция рентгеновского излучения на нанобъектах. Определение размера области когерентного рассеяния. Метод Шерера. 7 Полнопрофильный анализ. 8 Метрологические характеристики рентгенофазового анализа.

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
Р1	Практическая работа №1. Применение рентгеновских методов анализа в металлургическом производстве	ПК-1-У1	Теоретический разбор: Применение рентгеновских методов анализа в металлургическом производстве

P2	Практическая работа №2. Отбор и подготовка проб гомогенного и гетерогенного состава для рентгеновских методов анализа	ПК-1-У1	Практическое ознакомление с оборудованием, механизмами и методиками отбора и подготовки проб материалов. Выполнение подготовки проб материалов для последующего анализа их состава рентгеновскими методами
P3	Практическая работа №3. Теоретические основы рентгеновских методов анализа вещества	ПК-1-31	Теоретический разбор: Теоретические основы рентгеновских методов анализа вещества. Решение расчетных задач
P4	Практическая работа №4. Качественный и количественный анализ металлургических объектов и объектов окружающей среды.	ПК-1-32	Теоретический разбор: Качественный и количественный анализ металлургических объектов и объектов окружающей среды. Решение расчетных задач
P5	Практическая работа №5. Типы рентгеновских спектрометров. Особенности устройства, принципы работы и применения детекторов рентгеновского излучения	ПК-1-У1	Практическое ознакомление с рентгеновскими спектрометрами: особенности устройства, принципы работы и применения детекторов рентгеновского излучения
P6	Практическая работа №6. Электронно-зондовый микроанализ	ПК-3-У1	Теоретический разбор: Электронно-зондовый микроанализ
P7	Практическая работа №7. Рентгенофлуоресцентный анализ	ПК-3-У1	Практическое ознакомление с аппаратурой и методикой рентгенофлуоресцентного анализа
P8	Практическая работа №8. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ	ПК-1-В1	Практическое ознакомление с аппаратурой и методикой рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа
P9	Практическая работа №9. Рентгеноспектральный микроанализ вещества с помощью ионного микрозонда	ПК-1-У1	Теоретический разбор: анализ состава поверхности, локальный микроанализ
P10	Практическая работа №10. Автоматизация и компьютеризация рентгеновских методов анализа вещества	ПК-1-У1	Практическое использование программы OXSAS для определения элементного и фазового состава металлургических объектов.

P11	Практическая работа №11. Аналитические возможности и ограничения методов рентгеновского анализа	ПК-3-У1	Теоретический разбор: Аналитические возможности и ограничения методов рентгеновского анализа
P12	Практическая работа №12. Комплексный элементный и фазовый анализ объектов металлургического производства на рентгеновском спектрометре со встроенной системой дифракции ARL 9900 WS	ПК-3-В1	Приобретение практических навыков определения элементного и фазового состава образцов на рентгеновском спектрометре со встроенной системой дифракции ARL 9900 WS
P13	Практическая работа №13. Экспресс-анализ объектов металлургического производства на портативном анализаторе X-50 Mobile	ПК-3-В1	Ознакомление с аппаратурой и методикой экспрессного определения элементов на портативном рентгенофлуоресцентном спектрометре X-50 Mobile. Выполнение химического анализа проб объектов металлургического производства с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра X-50 Mobile.
P14	Практическая работа №14. Автоматизированный фазовый анализ образцов на дифрактометре Philips PW-1710	ПК-3-В1	Ознакомление с устройством и принципом работы рентгеновского дифрактометра Philips PW-1710. Выполнение химического анализа проб объектов металлургического производства с использованием дифрактометра Philips PW-1710.

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

Экзамен не предусмотрен.

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

Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном разделе.

Оценка формируется как среднеарифметическая из оценок за текущие практические работы.

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
--	---------------------	----------	------------	-------------------

АВ-302	Лаборатория химических методов анализа:	муфельная печь - 2 шт., песчаная баня - 1 шт, водяная баня - 1 шт, центрифуга - 1 шт., сушильный шкаф - 1 шт., комплекты лабораторной посуды для выполнения лабораторных работ - 25 шт., атомно-эмиссионный спектрометр МАЭС, вытяжной шкаф - 4 шт, весы аналитические - 1 шт., весы лабораторные -1 шт., лабораторная посуда, химические реактивы
АВ-304	Лаборатория физических методов анализа:	рентгенофлуоресцентный спектрометр X50 Mobile, микроденситометр Karl Zeiss, спектропроектор, кварцевый атомно-эмиссионный спектрограф ИСП-30
АВ-310	Лаборатория рентгеновских методов анализа:	рентгенофлуоресцентный спектрометр ARL 9900 Workstation
АВ-313	Лаборатория пробоподготовки:	кольцевой виброистиратель Herzog HM100, гидравлический пресс Herzog
АВ-304а	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест; аудитория оборудована двумя персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, экран для демонстрации презентаций

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.