

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:04:33

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)

Особенности исследования наноматериалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 48

самостоятельная работа 132

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 8

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	12	12	12	12
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	132	132	132	132
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Дзидзигури Элла Леонтьевна; к.т.н., доц., Сидорова Елена Николаевна

Рабочая программа

Особенности исследования наноматериалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, 28.03.03-БНМ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2023 г., №22

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич, к.т.н., доцент

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины:
1.2	- научить особенностям исследования наноматериалов, анализу характеристик и свойств наноматериалов; .
1.3	- научить модернизированным и новым методам исследования наноматериалов, , анализировать влияние различных фактора на формирование характеристик и свойств наноматериалов;
1.4	- научить обосновывать и выбирать конкретные методы определения характеристик и свойств наноматериалов;
1.5	- научить применять исследовательские и расчётные методы для решения материаловедческих задач в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.07
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Нанотехнологии	
2.1.2	Процессы получения и обработки материалов	
2.1.3	Размерные эффекты в наноструктурных материалах	
2.1.4	Строение некристаллических систем	
2.1.5	Термодинамика металлических растворов	
2.1.6	Физика поверхности	
2.1.7	Физико-химия наносистем	
2.1.8	Физические свойства твердых тел	
2.1.9	Химические способы получения наноматериалов	
2.1.10	Методы исследования материалов	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в композиционных материалах	
2.1.12	Метрология, стандартизация и технические измерения функциональных наносистем	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.1.16	Физика конденсированного состояния	
2.1.17	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.18	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.1.19	Теория поверхностных явлений	
2.1.20	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.21	Основы квантовой механики	
2.1.22	Теоретическая механика и основы теории упругости	
2.1.23	Физика	
2.1.24	Физическая химия	
2.1.25	Электротехника	
2.1.26	Органическая химия	
2.1.27	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах
Знать:
ПК-2-31 Современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы, обрабатывающие и расчётные программы по статистическому анализу экспериментальных результатов
ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов
Знать:
ПК-1-31 Принципы методов исследования и устройство соответствующих измерительных приборов

ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
Знать:
ОПК-3-31 Методы исследования характеристик и свойств наноматериалов
ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах
Уметь:
ПК-2-У1 Решать задачи по обработке экспериментальных данных с использованием математических моделей
ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов
Уметь:
ПК-1-У1 Анализировать экспериментальные данные по определению характеристик и свойств наноматериалов
ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
Уметь:
ОПК-3-У1 Обоснованно выбирать совокупность методов исследования для характеристики наноматериала
ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах
Владеть:
ПК-2-В1 Навыками использования моделирования и расчётными программами для статистического анализа и обработки экспериментальных результатов
ПК-1: Способен участвовать в проведении экспериментов по измерению характеристик наноматериалов и их расчетов
Владеть:
ПК-1-В1 Навыками обработки экспериментальных данных
ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
Владеть:
ОПК-3-В1 Навыками комплексного исследования характеристик и свойств наноматериалов, их сопоставления и анализа

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. Методы исследования элементного состава наноматериалов							
1.1	Общие вопросы исследования наноматериалов. Особенности изучения элементного состава наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6 Э1			
1.2	Методы рентгеновского флуоресцентного и энергодисперсионного анализов для исследования наноматериалов. Элементное картирование. Сканирование по линии /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.2 Л2.5			
1.3	Особенности метода фотоэлектронной микроскопии при исследовании наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.7 Л1.9Л2.2			

1.4	Определение состава материала методом рентгеновского флуоресцентного анализа /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.2			
1.5	Определение элементного состава наноматериалов методом фотоэлектронной микроскопии /Пр/	8	1	ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л1.9Л2.2			
1.6	Анализ элементного картирования наноматериалов /Лаб/	8	2	ОПК-3-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.7 Л1.9Л2.2			
1.7	Модифицирование веществ наноматериалами. Выдача Домашнего задания /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.4Л3.1			P1
1.8	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим работам /Ср/	8	34	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1			
	Раздел 2. Методы исследования фазового состава наноматериалов							
2.1	Особенности дифракционного фазового анализа наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.7			
2.2	Методы обработки экспериментальных результатов дифракционного анализа /Лаб/	8	2	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.6			
2.3	Определение состава твёрдого раствора наноматериалов /Лаб/	8	2	ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.7Л2.6			
2.4	Электроннография наноматериалов /Пр/	8	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-В1	Л1.5 Л1.7			
2.5	Метод динамической рентгенографии для исследования наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.7			
2.6	Метод мёссбауэровской спектроскопии для исследования наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.3			
2.7	Исследование кристаллической структуры наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.3 Л1.6 Л1.7Л2.4			
2.8	Построение рентгенограмм по данным динамической рентгенографии /Лаб/	8	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.7			
2.9	Анализ мёссбауэровских спектров наноматериалов /Пр/	8	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.3			
2.10	Анализ кристаллической структуры наноматериалов по данным рентгеновской дифрактометрии /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.5 Л1.6 Л1.7Л2.6			

2.11	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим работам, выполнение Домашнего задания /Ср/	8	34	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.5 Л3.1 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1			
	Раздел 3. Изучение морфологии и поверхности наноматериалов							
3.1	Электронная микроскопия для исследования наноматериалов /Лек/	8	1	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.5 Л1.7Л2.6			
3.2	Пробоподготовка для различных видов электронной микроскопии /Лек/	8	1	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.5 Л1.7Л2.4			
3.3	Анализ наноматериалов по данным зондовой микроскопии /Пр/	8	1	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.1			
3.4	Расчёт толщины оксидной плёнки на поверхности нанопорошков металлов /Лаб/	8	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.4			
3.5	Методы изучения поверхности наноматериалов /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.2			
3.6	Описание процесса реагирования по фото и киносъёмке методом лазерной засветки /Пр/	8	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.7			
3.7	Анализ морфологии и поверхности наноматериалов по данным электронной микроскопии /Пр/	8	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.7 Л1.8Л2.3			
3.8	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим работам, выполнение Домашнего задания /Ср/	8	32	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.5 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
	Раздел 4. Технологические свойства нанопорошков							
4.1	Методы исследования характеристик нанопорошков /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.4 Л1.7			
4.2	Особенности смешения нано- и микропорошков /Лек/	8	2	ОПК-3-31 ПК-1-31	Л1.4 Л1.7			
4.3	Оценка равномерности смешивания нано- и микропорошков /Пр/	8	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.7			
4.4	Контрольная работа /Пр/	8	1	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л3.1 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1			

4.5	Защита Домашнего задания /Пр/	8	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Л1.7Л2.4Л3.1			
4.6	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям, выполнение Домашнего задания, подготовка к контрольной работе /Ср/	8	32	ОПК-3-31 ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.4 Л1.5 Л1.7Л2.4 Э1			

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	ОПК-3-31;ПК-1-31;ПК-2-31;ОПК-3-У1;ПК-1-У1	<p>1 Как изменение размеров материала до уровня «нано» может повлиять на вид рентгеновских дифрактограмм?</p> <p>2 Какова глубина, с которой поступают обратно отраженные электроны при исследовании методом сканирующей электронной микроскопии?</p> <p>3 Как изменяются вид рентгеновских пиков при уменьшении размеров материалов до нановеличин?</p> <p>4 Какова глубина, с которой поступает характеристическое излучение при исследовании методом сканирующей микроскопии?</p> <p>5 Происходит ли смещение рентгеновских дифракционных максимумов из положения, характерного для массивного материала, при уменьшении размеров материалов до нановеличин? Ответ обоснуйте.</p> <p>6 Какие приемы помогают избежать помех, связанных с низкой проводимостью материалов?</p> <p>7 Какие особенности фазообразования наблюдаются у наноматериалов, которые усложняют их исследование методом рентгеновской дифракции? (ПК-1.11-31)</p> <p>8 Как приемы, помогающие избежать помех из-за низкой проводимости материалов, влияют на исследование наноразмерных частиц?</p> <p>9 Как изменяются относительные интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов при изменении размеров исследуемых материалов до нановеличин?</p> <p>10 Как влияет атомный номер элемента при микрорентгеноспектральном анализе на размер исследуемой области? (ПК-1.11-31)</p> <p>11 Какие особенности наноразмерных материалов обуславливают сложность их исследования?</p> <p>12 Как морфология частиц влияет на контраст и качество СЭМ-изображений?</p> <p>13 Какие изменения в дифрактограммах обуславливают сложность исследования наноматериалов?</p> <p>14 Какие сложности могут возникнуть при исследовании наноматериалов методами электронной микроскопии, связанные с особенностями их морфологии?</p> <p>15 Большая удельная поверхность – это преимущество или недостаток наноматериалов с точки зрения их исследования?</p> <p>16 Каким воздействиям подвергается материал при исследовании в ПЭМ?</p> <p>17 Каким образом можно уменьшить негативное влияние особенностей наноматериалов на процесс их исследования?</p> <p>18 Как условия, создаваемые в ПЭМ, влияют на исследование наноразмерных материалов?</p> <p>19 Какие характеристики наноматериалов усложняют их исследования методом атомно-силовой микроскопии?</p> <p>20 Какие существуют методы обработки экспериментальных данных?</p>

КМ2	Защита Домашнего задания	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>1 Каким методом проводился расчёт?</p> <p>2 Почему для расчёта использована компьютерная аппроксимация поставленной задачи?</p> <p>3 Как изменяется количество наночастиц, необходимых для покрытия поверхности, при варьировании их формы?</p> <p>4 Какое количество наночастиц возможно использовать для модифицирования микронных порошков?</p> <p>5 В каких пределах целесообразно модифицирование изделий наноматериалами?</p> <p>6 Какой аналитической функцией описывается зависимость количества наночастиц от доли покрытия поверхности?</p> <p>7 Какой аналитической функцией описывается зависимость количества наночастиц от площади поверхности?</p> <p>8 С какой целью производится модифицирование материалов?</p> <p>9 Какие наноматериалы используются для модифицирования?</p> <p>10 Какие свойства вещества возможно изменить при модифицировании?</p>
-----	--------------------------	-------------------------	--

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	Расчёт количества нанопорошка, необходимого для покрытия поверхности микронных частиц	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-3-В1;ПК-1-В1	Расчёт количества наночастиц и их массы для покрытия заданной доли площади поверхности микронной частицы. Построение аналитических зависимостей. Анализ полученных данных.

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

<p>1 Как изменение размеров материала до уровня «нано» может повлиять на вид рентгеновских дифрактограмм?</p> <p>2 Какова глубина, с которой поступают обратно отраженные электроны при исследовании методом сканирующей электронной микроскопии?</p> <p>3 Как изменяются вид рентгеновских пиков при уменьшении размеров материалов до нановеличин?</p> <p>4 Какова глубина, с которой поступает характеристическое излучение при исследовании методом сканирующей микроскопии?</p> <p>5 Происходит ли смещение рентгеновских дифракционных максимумов из положения, характерного для массивного материала, при уменьшении размеров материалов до нановеличин? Ответ обоснуйте.</p> <p>6 Какие приемы помогают избежать помех, связанных с низкой проводимостью материалов?</p> <p>7 Какие особенности фазообразования наблюдаются у наноматериалов, которые усложняют их исследование методом рентгеновской дифракции?</p> <p>8 Как приемы, помогающие избежать помех из-за низкой проводимости материалов, влияют на исследование наноразмерных частиц?</p> <p>9 Как изменяются относительные интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов при изменении размеров исследуемых материалов до нановеличин?</p> <p>10 Как влияет атомный номер элемента при микрорентгеноспектральном анализе на размер исследуемой области? (ПК-1.11-31)</p> <p>11 Какие особенности наноразмерных материалов обуславливают сложность их исследования?</p> <p>12 Как морфология частиц влияет на контраст и качество СЭМ-изображений?</p> <p>13 Какие изменения в дифрактограммах обуславливают сложность исследования наноматериалов?</p> <p>14 Какие сложности могут возникнуть при исследовании наноматериалов методами электронной микроскопии, связанные с особенностями их морфологии?</p> <p>15 Большая удельная поверхность – это преимущество или недостаток наноматериалов с точки зрения их исследования?</p> <p>16 Каким воздействиям подвергается материал при исследовании в ПЭМ?</p> <p>17 Каким образом можно уменьшить негативное влияние особенностей наноматериалов на процесс их исследования?</p> <p>18 Как условия, создаваемые в ПЭМ, влияют на исследование наноразмерных материалов?</p> <p>19 Какие характеристики наноматериалов усложняют их исследования методом атомно-силовой микроскопии?</p> <p>20 Какие существуют методы обработки экспериментальных данных?</p>
--

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

Экзамен проводится в письменной форме. Время подготовки ответа составляет 90 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета.

ФОС промежуточной аттестации по дисциплине состоит из экзаменационных во-просов, составленных с учетом показателей оценивания компетенций, формируемых в ре-зультате освоения дисциплины. Оценка выставляется обучающимся, допущенным к экзамену, на основе критериев уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Левшин В. Л.	Методы спектрального анализа	Электронная библиотека	Москва: Издательство Московского университета, 1962
Л1.2	Кириллова Е. А., Маряхина В. С.	Методы спектрального анализа: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2013
Л1.3	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.4	Кипарисов С. С., Либенсон Г. А.	Порошковая металлургия: Учебник для техникумов по спец.'Порошковая металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1991
Л1.5	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: практ. рук. по рентгенографии, электронографии и электрон. микроскопии металлов, полупроводников и диэлектриков: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1970
Л1.6	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Методы исследования характеристик и свойств металлов. Исследование металлов на рентгеновском дифрактометре "Дифрей": лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.7	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии (N 3511): учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2019
Л1.8	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2021
Л1.9	Зайдель А. Н.	Основы спектрального анализа: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1965

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.10	Лосев Н. Ф.	Количественный рентгеноспектральный флуоресцентный анализ: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1969

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Филимонова Н. И., Кольцов Б. Б.	Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013
Л2.2	Тарасов К. И.	Спектральные приборы: монография	Электронная библиотека	Ленинград: Машиностроение, 1968
Л2.3	Жданов Г. С., Илюшин А. С., Никитина С. В., Жданов Г. С.	Дифракционный и резонансный структурный анализ: Рентгено-, электроно-, нейтроно-мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980
Л2.4	Рыжонков Д. И., Левина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Ультрадисперсные системы: получение, свойства, применение: учеб. пособие для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003
Л2.5	Дьяконова Н. П., Иванов А. Н., Скаков Ю. А.	Количественный микрорентгено-спектральный анализ. (Методы расчета концентраций)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1971
Л2.6	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Ультрадисперсные среды: Методы рентгеновской дифрактометрии для исследования наноматериалов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л2.7	Васильев А. А., Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Количественный фазовый анализ на дифрактометре «Дифрей 401» (N 4083): научно-исслед. работа: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2020

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сидорова Е. Н., Дзидзигури Э. Л.	Материаловедение и технологии материалов (N 3512): метод. указания к подготовке рефератов	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2019

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Роснано	https://www.rusnano.com/
----	---------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	Microsoft Excel
П.5	Microsoft PowerPoint

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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.
Б-322	Лаборатория	комплект учебной мебели, стационарные компьютеры/моноблоки 6 шт., ноутбуки - 4 шт. пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная. Определение качественного и количественного состава образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа РАМ 30-μ; Трибометр NANOVEA - определение трибологических свойств материалов; Качественный и количественный фазовый анализ материалов “Дифрей”; Термический анализ твердофазных превращений в режиме линейного нагрева SDT Q600; Определение удельной поверхности порошковых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота Quantachrome Nova1200e; Измерение каталитической активности нанесённых Ag/BN катализаторов в реакции окисления СО при помощи масс-спектрометрии ThermoStar GSD 320. Микроиндентор для определения механических характеристик материалов CSM Micro Indentation Tester, Quantachrome Ultrapycnometer - определение плотности

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные и практические занятия нацелены на изучение студентами существующих методов исследования наноматериалов, вопросам адаптации известных методов к особенностям изучения наноразмерных систем и знакомство с вновь разработанными методами.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий: - проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации существующих