

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Методология и практика определения размерных характеристик материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 11

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, проф., Дзидзигури Элла Леонтьевна

Рабочая программа

Методология и практика определения размерных характеристик материалов

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , 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 Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины:
1.2	Научить определять размерные характеристики материалов в зависимости от их дисперсного состояния, а также методы их исследования и вычисления; использовать размерные характеристики для анализа структуры и свойств наноматериалов; анализировать влияние размеров на формирование рабочих характеристик материала.
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	– научить использовать полученные знания для определения совокупности размерных величин, характеризующих материал определённой дисперсности, анализировать влияние размерного фактора на формирование свойств наноматериалов;
1.5	– научить обосновывать и выбирать конкретные физическо-химические методы определения размерных величин для характеристики материалов в зависимости от их дисперсности
1.6	– научить применять исследовательские и расчётные методы для решения материаловедческих задач профессиональной деятельности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.36
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Биоорганическая химия	
2.1.2	Высокотемпературные керамические материалы	
2.1.3	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы	
2.1.4	Квантовая теория твердого тела	
2.1.5	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники	
2.1.6	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов	
2.1.7	Методы непараметрической статистики	
2.1.8	Некоторые главы кристаллохимии	
2.1.9	Объемные наноматериалы	
2.1.10	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов	
2.1.15	Структура и технологичность сплавов	
2.1.16	Физико-химия эволюции твердого вещества	
2.1.17	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований	
2.1.18	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.19	Биофизика	
2.1.20	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.21	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.22	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.23	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.24	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.25	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.26	Основы научно-технического перевода	
2.1.27	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.28	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.29	Технология получения кристаллов	
2.1.30	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.31	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.32	Функциональные наноматериалы	
2.1.33	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.34	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.35	Композиционные материалы	
2.1.36	Конструирование композиционных материалов	
2.1.37	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	

2.1.38	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.1.39	Специальные сплавы
2.1.40	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.1.41	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.1.42	Атомное строение фаз
2.1.43	Биохимия наноматериалов
2.1.44	Инженерия поверхности
2.1.45	Металловедение и термическая обработка металлов
2.1.46	Методы исследования структур и материалов. Часть 1
2.1.47	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур
2.1.48	Наноматериалы
2.1.49	Сверхтвердые материалы
2.1.50	Технологии материалов с особыми физическими свойствами
2.1.51	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур
2.1.52	Физика магнитных явлений
2.1.53	Физика полупроводниковых приборов
2.1.54	Физика прочности
2.1.55	Физика прочности и механические свойства материалов
2.1.56	Физико-химия металлов и неметаллических материалов
2.1.57	Физические основы деформации и разрушения
2.1.58	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.59	Материаловедение
2.1.60	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.61	Металловедение инновационных материалов
2.1.62	Методы исследования материалов
2.1.63	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.64	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.65	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.66	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.67	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.68	Разработка новых материалов
2.1.69	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.70	Физика диэлектриков
2.1.71	Физика полупроводников
2.1.72	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.73	Дефекты кристаллической решетки
2.1.74	Компьютеризация эксперимента
2.1.75	Материалы альтернативной энергетики
2.1.76	Материалы наукоемких технологий
2.1.77	Основы дизайна металлических материалов
2.1.78	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.79	Планирование научного эксперимента
2.1.80	Современные проблемы материаловедения
2.1.81	Теория поверхностных явлений
2.1.82	Теория симметрии
2.1.83	Электроника
2.1.84	Кристаллография
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-33 Методы исследования размерных характеристик материалов и методы разделения порошковых материалов на фракции

ПК-1-32 Основные размерные характеристики материалов различной дисперсности и законы распределения частиц по размерам

ПК-1-31 Содержание, характер и продолжительность "элементарных" операций контроля, измерения и испытания

Уметь:

ПК-1-У3 Обоснованно выбирать совокупность дисперсных величин, характеризующих материал, и методы их определения

ПК-1-У2 Формулировать новые исследовательские задачи в области материаловедения систем различной дисперсности, в том числе наноразмерных

ПК-1-У1 Анализировать процесс разработки продукции

Владеть:

ПК-1-В3 Использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов, в том числе, обрабатывающими и расчётными программами по статистическому анализу экспериментальных результатов

ПК-1-В2 Измерять и рассчитывать дисперсные характеристик материалов

ПК-1-В1 Применять физико-химические методы исследования для определения дисперсных характеристик 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. Размерные характеристики материалов							
1.1	Виды размерных характеристик массивных и наноразмерных материалов. Понятия эффективных и эквивалентных размеров. Критерии монодисперсности порошковых материалов. /Лек/	11	2	ПК-1-32	Л1.1 Л1.4			
1.2	Средние размерные характеристики материалов: средние арифметические, средневзвешенные объёмно-поверхностные, средневзвешенные объёмные. /Лек/	11	2	ПК-1-32	Л1.1 Л1.4			

1.3	Расчёт средних размеров по данным электронной микроскопии, БЭТ, рентгеновской дифрактометрии. Взаимосвязь средних размерных характеристик наноматериалов /Пр/	11	4	ПК-1-У3 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.4			
1.4	Распределение размерных характеристик по области определения. Логарифмически нормальное распределение. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.4			
1.5	Математические ожидания случайной величины k-ой степени. Аналитическая взаимосвязь между различными средними величинами. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.6	Практика построения гистограмм. Выбор типа гистограммы. Набор статистических данных. /Пр/	11	5	ПК-1-У3 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.7	Определение числа интервалов. Графическое представление распределения частиц по размерам. /Пр/	11	4	ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.8	Практика построения аналитических кривых. Аналитическое описание дискретных распределений. /Пр/	11	4	ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.9	Аналитический расчёт средних значений размеров различными способами с помощью различных программ /Пр/	11	5	ПК-1-32 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.10	Практика анализа и сопоставления размерных характеристик. Физический смысл размерных характеристик материалов. Вопросы характеристики материалов, условий их синтеза, зарождения и роста фазы /Пр/	11	4	ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.11	Защита домашнего задания /Пр/	11	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.6			Р1
1.12	Проработка лекционного материала /Ср/	11	30	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.6			
1.13	Выполнение домашнего задания /Ср/	11	32	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.4 Л1.5Л2.6			Р1
	Раздел 2. Методы измерения размерных характеристик материалов							

2.1	Методы определение линейных размеров материалов. Металлографические способы измерения размеров проекций. Программное обеспечение, обрабатывающее электронно-микроскопические изображения /Лек/	11	2	ПК-1-33	Л1.2 Л1.3 Л1.4			
2.2	Методы определения размерных характеристик материалов: Электронная микроскопия, дифракционные методы, малоугловое рассеяние. /Лек/	11	2	ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.3			
2.3	Лазерная дифракция, динамическое рассеяние света, адсорбционные методы, эффект Мёссбауэра, магнитометрия /Пр/	11	4	ПК-1-У3 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4Л2.4			
2.4	Контрольная работа /Пр/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6		КМ1	
2.5	Подготовка к контрольной работе /Ср/	11	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6		КМ1	
2.6	Проработка лекционного материала /Ср/	11	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6			
	Раздел 3. Методы разделения дисперсных материалов							
3.1	Методы разделения материалов. Понятия сепарации, сегрегации, сортирования, классификации и очистки. Ситовый анализ, вибрационная сегрегация, адсорбционные методы, фильтрование. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33	Л1.4 Л1.6Л2.5			
3.2	Гидравлическое разделение, центрифугирование, газофазное разделение, аэродинамическое разделение, электромагнитное разделение, электрофорез, броуновская диффузия, фигуры Хладни. /Лек/	11	3	ПК-1-31 ПК-1-33	Л1.4 Л1.6Л2.5			
3.3	Проработка лекционного материала /Ср/	11	5	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.4 Л1.6Л2.5			

3.4	Подготовка к зачёту /Ср/	11	16	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5			
-----	--------------------------	----	----	-------------------------	--	--	--	--

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	«Размерные характеристики материалов» и «Методы измерения размерных характеристик материалов»	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33	<p>1 Опишите виды размерных характеристик массивного твёрдого тела?</p> <p>2 Какова взаимосвязь размерных характеристик материалов?</p> <p>3 Опишите измеряемые современными методами размерные характеристики нанопорошков?</p> <p>4 Дайте понятие и математическое описание средних величин.</p> <p>5 Сравните средние размерные величины наноматериалов, определяемые наиболее распространёнными методами исследования.</p> <p>6 Какой метод надо использовать для определения средних размеров нанопорошков?</p> <p>7 Что такое монодисперсный материал? Как устанавливается монодисперсность?</p> <p>8 Изменяются ли средние размеры порошка при возрастании полидисперсности? Покажите на основе расчётов</p> <p>9 Какие величины характеризуют распределение частиц по размерам?</p> <p>10 Какова взаимосвязь между математическими ожиданиями линейной, кубической и средневзвешенной величиной при логарифмически нормальном законе распределения?</p> <p>11 Каким способами можно измерить линейные размерные величины.</p> <p>12 Опишите основные правила построения гистограмм</p> <p>13 Какой размер материала является оптимальным?</p> <p>14 До каких размеров следует измельчать вещество?</p> <p>15 Что может являться нижней границей измельчения вещества?</p> <p>16 Какова нижняя граница нанотехнологий по размерам?</p> <p>17 Надо ли во всех прикладных использованиях добиваться наименьших размеров материалов?</p> <p>18 Перечислите существующие классификации методов измерений?</p> <p>19 Опишите наиболее распространённые методы, которыми в настоящее время определяются размеры нанопорошков.</p> <p>20 Какими методами можно измерить объёмы частиц дисперсных материалов?</p> <p>21 Каким образом и какие размеры определяются адсорбционными методами измерения размеров.</p> <p>22 Каким образом и какие размеры определяются в методе мёссбауэровской спектроскопии?</p> <p>23 Каким образом и какие размеры определяются методом малоуглового рассеяния?</p> <p>24 Каким образом и какие размеры определяются методом лазерной дифракции?</p> <p>25 Каким образом и какие размеры определяются методом рентгеновской дифракции.</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	Домашнее задание	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Тематика домашних расчетных заданий: Построить распределение по размерам частиц (зёрен) исследуемого образца. Для этого: 1 одним из металлографических методов измерить линейные размеры не менее тысячи частиц на электронных (оптических) фотографиях; 2 определить средние арифметические и средние объёмные размеры частиц; 3 рассчитать и построить гистограммы арифметического и объёмного распределений частиц по размерам; 4 рассчитать аналитические кривые и закон распределения частиц по размерам; 5 проанализировать полученные результаты и сравнить с размерными характеристиками, полученными другими методами.
----	------------------	---	--

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

По дисциплине промежуточная аттестация предусмотрена в форме зачёта с оценкой в 11 семестре.
Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.
По разделам дисциплины предусмотрена как текущая, так и рубежная аттестация. Рубежная аттестация проводится в виде контрольной работы по разделам «Размерные характеристики материалов» и «Методы измерения размерных характеристик материалов», сдачи домашнего задания в форме расчетно-графической работы по разделу «Размерные характеристики материалов».
Зачет с оценкой является интегрированной оценкой данных текущего контроля.

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

По курсу предусмотрен дифференцированный зачёт.
Шкала оценивания знаний обучающихся:
50 баллов - расчётное задание
50 баллов - контрольная работа
«Отлично» \geq 92 баллов
«Хорошо» 84 - 91 балла
«Удовл» 76 - 83 балла
Оценка «отлично» – обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.
Оценка «хорошо» – обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.
Оценка «удовлетворительно» – обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
Оценка «неудовлетворительно» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бакланова И. И., Матвеева Е. В., Медведков Л. А.	Теория вероятности: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017
Л1.2	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.3	Елисеева И. И., Юзбашев М. М.	Общая теория статистики: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. и спец. "Статистика"	Библиотека МИСиС	М.: Финансы и статистика, 2008

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Новиков Илья Изриэлович, Портной Владимир Кимович, Михайловская Анастасия Владимировна, др.	Металловедение. Основы микроструктурного анализа: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.5	Петржик Михаил Иванович, Кирюханцев-Корнеев Филипп Владимирович, Воробьева Мария Вячеславовна	Методы аттестации наноструктурных поверхностей. Методы формирования и исследования функциональных поверхностей: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.6	Дзидзигури Элла Леонтьевна, Сидорова Елена Николаевна	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии (N 3511): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л.	Микроскопические методы исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2007
Л2.2	Сизова Л. С.	Аналитическая химия. Оптические методы анализа: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2006
Л2.3	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
Л2.4	Анисович А. Г., Румянцева И. Н.	Практика металлографического исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Минск: Белорусская наука, 2013
Л2.5	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2016
Л2.6	Виноградов В. В., Виноградов А. В., Морозов М. И., Румянцева В. И., Румянцева В. И.	Физико-химические методы исследования материалов: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Excel
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Для выполнения домашних заданий используется компьютерная программа математической обработки экспериментальных данных MicrAn, для обработки экспериментальных данных и их визуализации используются электронные таблицы MS Excel и Origin 8 Pro.
И.2	1. Учебные пособия
И.3	2. Поисковые системы google, yandex и т.д.
И.4	3. Поисковые системы: Esp@cenet (мировые базы данных) (http://www.epo.org)
И.5	4. wipo (базы данных ВОИС) (www.wipo.int)
И.6	5. uspto (базы данных США) (http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-bool.html)
И.7	6. j-store (базы данных Японии) (www.jstor.org)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с 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
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Практические занятия нацелены на изучение студентами видов размерных характеристик материалов, их взаимосвязи, методов исследования и фракционирования дисперсных материалов, в также нацелены на практическое изучение способов определения размеров, использования компьютерных программ математической обработки данных, построения экспериментальных и аналитических зависимостей распределения частиц по размерам.

Предусматривается расчетное домашнее задание по определению комплекса размерных величин материала, исследуемого студентом в ходе выполнения научно-исследовательской работы. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение практических занятий с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование специализированных лабораторий с возможностью проведения занятий в интерактивной форме
- использование при проведении практических занятий активных форм обучения – учебных видеоматериалов.

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.