

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 22.09.2023 10:04:36

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)

# Методология и практика определения размерных характеристик наноматериалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя 17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	16	17	16
Практические	17	16	17	16
Итого ауд.	34	32	34	32
Контактная работа	34	32	34	32
Сам. работа	74	76	74	76
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):  
*дтн, Доцент, Дзидзигури Э.Л.*

Рабочая программа

**Методология и практика определения размерных характеристик наноматериалов**

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-23-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные 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 17.06.2020 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины:
1.2	- научить определять размерные характеристики наноматериалов, а также методы их исследования и вычисления; использовать размерные характеристики для анализа структуры и свойств наноматериалов; анализировать влияние размеров на формирование рабочих характеристик наноматериала.
1.3	- научить использовать полученные знания для определения совокупности размерных величин, характеризующих наноматериал, анализировать влияние размерного фактора на формирование свойств наноматериалов;
1.4	- научить обосновывать и выбирать конкретные методы определения размерных величин для характеристики 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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аморфные и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Дифракционные методы исследования наноматериалов	
2.1.3	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.4	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.5	Современные проблемы нанотехнологий	
2.1.6	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
2.1.7	Физика поверхностей раздела в твердых телах	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.2.2	Экспериментальные методы физики наноматериалов	
2.2.3	Электронные свойства неметаллических материалов	
2.2.4	Научно-педагогическая практика	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-3: Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-3-31 Размерные и морфологические характеристики наноматериалов
<b>ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-4-31 Методы исследования размерных характеристик наноматериалов и методы разделения наноматериалов на фракции
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы, обрабатывающие и расчётные программы по статистическому анализу экспериментальных результатов
<b>ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач</b>

<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Обоснованно выбирать совокупность дисперсных величин, характеризующих материал, и методы их определения
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Планировать исследования и контроль дисперсных характеристик наноматериалов на этапах всех их получения и изучения
<b>ОПК-3: Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 Определять размерные характеристики на различных этапах создания наноматериалов
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Решать задачи по обработке экспериментальных данных с использованием математических моделей.
<b>ОПК-2: Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 Управлять профессиональной деятельностью на основе знаний проектного менеджмента
<b>ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Навыками обработки экспериментальных результатов
<b>ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Навыками комплексного исследования дисперсных характеристик материалов, их сопоставления и анализа
<b>ОПК-3: Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-3-В1 Навыками измерения и расчёта дисперсных характеристик наноматериалов
<b>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками использования современных информационно-коммуникационные технологий, глобальных информационных ресурсов 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.

#### 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 наноматериалов							

1.1	Виды размерных характеристик наноматериалов. Понятия эффективных и эквивалентных размеров. Критерии монодисперсности порошковых материалов. /Лек/	2	2	ОПК-3-31	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1			
1.2	Понятие средней величины. Среднее арифметическое и среднее взвешенное. Взаимосвязь средних величин размеров порошковых материалов /Лек/	2	2	ОПК-3-31	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6 Э2			
1.3	Распределение размерных характеристик по области определения. Виды статистических распределений размеров материалов. Характеристики распределений частиц по размерам /Лек/	2	2	ОПК-3-31	Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6 Э2			
1.4	Факторы влияния на значения удельной поверхности и размерной характеристики наноматериалов. Фактор формы. /Лек/	2	2	ОПК-4-У1	Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6 Э1			
1.5	Факторы влияния на размер ОКР в наноматериалах. Физическая основа определения размера ОКР /Лек/	2	2	ОПК-4-У1	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6 Э1			
1.6	Практика расчёта средних величин по данным электронной микроскопии /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.3 Л2.4			
1.7	Практика построения гистограмм линейных распределений частиц по размерам /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.6			
1.8	Практика построения аналитических кривых распределения частиц по размерам /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.6			
1.9	Практика расчёта объёмных распределений частиц по размерам /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.5 Л2.6			
1.10	Практика расчёт размеров ОКР и распределения ОКР по размерам /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.6			

1.11	Практика анализа и сопоставления размерных характеристик /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.6			
1.12	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	22	ОПК-1-У1 ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.5 Л2.6			
	<b>Раздел 2. Методы определения размерных характеристик и разделения порошковых материалов</b>							
2.1	Методы определение линейных размеров материалов /Лек/	2	2	ОПК-4-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.5 Э1			
2.2	Методы определения размерных характеристик материалов /Лек/	2	2	ОПК-4-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1			
2.3	Методы разделения материалов. Самостоятельная работа /Лек/	2	2	ОПК-4-31	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.4 Л2.6			
2.4	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.5			
2.5	Выполнение домашнего задания /Ср/	2	30	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э2			
2.6	Подготовка к защите домашнего задания /Ср/	2	12	ОПК-3-У1 ОПК-4-У1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.5 Э1 Э2			
2.7	Подготовка к контрольной работе /Ср/	2	12	ОПК-1-31 ОПК-3-31 ОПК-4-31	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.8	Защита домашнего задания /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-У1	Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.5			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	«Размерные характеристики материалов» и «Методы измерения размерных характеристик материалов»	ОПК-4-31;ОПК-3-31;ОПК-1-31	<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 Какими 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>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Домашнее задание	ОПК-4-В1;ОПК-3-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-В1	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 во 2 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

Самостоятельная работа оценивается зачёт/незачёт.

«Отлично»  $\geq$  95 баллов

«Хорошо» 75 - 94 балла

«Удовл» 51 - 74 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.

Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятия.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Анисович А. Г., Румянцева И. Н.	Практика металлографического исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Минск: Белорусская наука, 2013
Л1.2	Огнева Э. Н.	Математические методы исследования: учебно- методический комплекс	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2014
Л1.3	Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016
Л1.5	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
Л1.6	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л1.7	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
Л1.8	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н., Архипов Д. И.	Методология и практика определения размерных характеристик материалов (N 2965): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

#### 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	Огнева Э. Н.	Математические методы исследования: сборник задач: сборник задач и упражнений	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет культуры и искусств (КемГУКИ), 2012
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	Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И.	Методы исследования материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013
Л2.5	Викарчук А. А., др., Мерсон Д. Л.	Перспективные материалы. Структура и методы исследования: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Тольятт. гос. ун-т, 2006
Л2.6	Новиков И. И., Портной В. К., Михайловская А. В., др.	Металловедение. Основы микроструктурного анализа: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150400 - 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Роснано	<a href="https://www.rusnano.com/">https://www.rusnano.com/</a>
Э2	Математическая энциклопедия	<a href="https://rus-math.slovaronline.com/">https://rus-math.slovaronline.com/</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Excel
-----	-----------------

**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
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

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Занятия нацелены на изучение студентами видов размерных характеристик наноматериалов, 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 домашние задание по определению комплекса размерных величин наноматериала, исследуемого студентом в ходе выполнения научно-исследовательской работы. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение 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.