

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:01

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)

# Методы получения наночастиц и наноматериалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):  
*кфмн, доцент, Сундеев Р.В.*

Рабочая программа

**Методы получения наночастиц и 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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а так же на основе знаний о процессах на границах раздела фаз в системах твердое-газ, твердое-жидкость сформировать представления о физико-химических основах процессов получения наночастиц и наноматериалов, научить студентов выбирать наиболее рациональные способы их получения для конкретных случаев практического применения наночастиц и наноматериалов. Показать "биографическое" наследование свойств наноматериалами в зависимости от условий их получения. Познакомить студентов с основами аттестации наночастиц и наноматериалов.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	- изучение основ химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, способов контролируемого роста получения наночастиц необходимого размера и формы;
1.4	- изучение процессов нанотехнологий, применяемых в современном производстве;
1.5	- формирование умения анализировать научно-техническую информацию и изучать отечественный и зарубежный опыт по получению наноматериалов;
1.6	- формирование навыков работы с научно-технической информацией.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:	Б1.В.ДВ.19
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.2	Защита интеллектуальной собственности и патентование
2.1.3	Коррозия и защита металлов
2.1.4	Материаловедение
2.1.5	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.6	Металловедение инновационных материалов
2.1.7	Методы исследования материалов
2.1.8	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.9	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.12	Механические свойства материалов
2.1.13	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.15	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.16	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.17	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.18	Разработка новых материалов
2.1.19	Статистическая физика
2.1.20	Технология функциональных материалов
2.1.21	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.22	Физика диэлектриков
2.1.23	Физика металлов
2.1.24	Физика полупроводников
2.1.25	Физические свойства твердых тел
2.1.26	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.27	Дефекты кристаллической решетки
2.1.28	Компьютеризация эксперимента
2.1.29	Методы вычислительной физики
2.1.30	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.31	Планирование научного эксперимента
2.1.32	Теория поверхностных явлений
2.1.33	Теория симметрии
2.1.34	Техника физико-химического эксперимента
2.1.35	Физические свойства кристаллов

2.1.36	Электроника
2.1.37	Введение в квантовую механику
2.1.38	Кристаллография
2.1.39	Основы дизайна металлических материалов
2.1.40	Основы квантовой механики
2.1.41	Практическая кристаллография
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.2	Высокотемпературные материалы
2.2.3	Композиционные и керамические материалы
2.2.4	Композиционные материалы
2.2.5	Компьютерное моделирование материалов и процессов
2.2.6	Компьютерное моделирование процессов получения материалов
2.2.7	Математические методы моделирования физических процессов
2.2.8	Металловедение сварки
2.2.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.10	Нanomатериалы
2.2.11	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.12	Объемные наноматериалы
2.2.13	Основы магнетизма. Часть 2. Процессы перемагничивания материалов
2.2.14	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.19	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.20	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.21	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.22	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.23	Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов
2.2.24	Специальные сплавы
2.2.25	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.26	Технология термической обработки
2.2.27	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.28	Функциональные материалы электроники
2.2.29	Экстремальные технологии получения наноматериалов

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

<b>ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	Физико-химические процессы и основные методы получения наночастиц и наноматериалов.
<b>ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31	Основные законы и явления, объясняющие закономерности свойств наноматериалов.
<b>ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1	Применять основные физические модели в области нанотехнологий.
<b>ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1	Проводить сбор данных, анализ и обобщение научно-технической информации, основных нормативных

документов на основе знаний материаловедения наноматериалов.

**ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований**

**Владеть:**

ПК-2-В1 Способностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

**ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований**

**Владеть:**

ПК-1-В1 Терминологией в области физики наночастиц и наноматериалов.

**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
	<b>Раздел 1. Физико-химические основы получения нанопорошков</b>							
1.1	Наноструктурные материалы и нанотехнологии. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2			
1.2	Методы получения нанопорошков. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.1 Л1.8 Л1.1Л2.5 Э1 Э2 Э3			
1.3	Физические методы получения нанопорошков. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3			
1.4	Процесс измельчения материала в шаровой мельнице /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1 Э2 Э3			
1.5	Химические методы получения нанопорошков /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.3 Э2 Э3			
1.6	Синтез нанопорошков золь-гель способом /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.8 Л1.1Л2.5 Э1 Э2 Э3			
1.7	Подготовка к практическим занятиям по методам получения нанопорошков. /Ср/	7	12	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.8 Л1.1Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.4 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 2. Фуллерены, углеродные и неуглеродные нанотрубки</b>							
2.1	Углеродные наноматериалы. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.6 Л1.10Л2.2 Э1 Э3			
2.2	Фуллерены и способы их получения. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.6 Л1.10Л2.3 Э2 Э3			
2.3	Деформационное поведение углеродных нанотрубок /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.6Л2.3 Э1 Э2 Э3			
2.4	Углеродные и не углеродные нанотрубки. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.6 Л1.10Л2.3 Л2.6 Э1 Э2			

2.5	Графен /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.6Л1.1 Л1.1			
2.6	Физические свойства графена /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.5 Л2.6			
2.7	Применение углеродных наноматериалов /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.6			
2.8	Подготовка к практическим занятиям по методам получения углеродных наноматериалов. /Ср/	7	14	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.6 Л1.10Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Объемные наноматериалы</b>							
3.1	Наноструктуры, полученные при кристаллизации аморфных сплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.5 Л1.7Л2.8 Л2.11 Э1			
3.2	Физика ИПД /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31	Л1.1 Л1.4 Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э2			
3.3	Получение объемных наноматериалов методами ИПД. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.5Л3.2 Л1.1 Э1 Э2			
3.4	Виды наноструктур, в материалах, подвергнутых ИПД. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.5 Э2 Э3			
3.5	Эволюцию структуры металлических материалов при ИПД. /Пр/	7	3	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.5 Э2 Э3			
3.6	Наноматериалы, полученные консолидацией нанопорошков. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.4 Л1.1 Л1.1 Л1.9Л2.5 Л2.10 Э1			
3.7	Применение объемных наноматериалов. /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.4 Л1.1 Л1.10Л2.2 Л2.5			Р6
3.8	Подготовка к практическим занятиям о влияние ИПД на структуру металлических материалов /Ср/	7	14	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.10Л2.5 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Нанокompозитные материалы</b>							
4.1	Виды нанокompозитных материалов. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31	Л1.2 Л1.3 Л1.10Л2.1 Л2.9 Л2.12Л3.4 Э1			
4.2	Получение нанокompозитных материалов. /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л2.9 Л1.10Л2.1 Л2.12Л3.4 Э1 Э2			

4.3	Нанокompозиты с металлической, керамической (на основе оксидов, силикатов, глины и других минеральных компонентов) и другими матрицами. /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.10Л2.1 Л2.12Л3.4			Р7
4.4	Основные области применения и возможные ограничения нанокompозитных материалов. /Пр/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.10Л2.1 Л2.12Л3.4 Э3		КМ1	Р8
4.5	Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.9			
4.6	Подготовка к практическим занятиям о способах получения нанокompозитов /Ср/	7	17	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.10Л2.1 Л2.12Л3.4 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	Вопросы к итоговой контрольной работе	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1	<p>Вопросы к итоговой контрольной работе</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация наноматериалов?</li> <li>2. Способы получения нанопорошков?</li> <li>3. Свойства порошковых наноматериалов?</li> <li>4. Методы компактирования нанопорошков?</li> <li>5. Применение порошковых наноматериалов?</li> <li>6. Какие основные области применения порошковых наноматериалов?</li> <li>7. Физико-механические свойства порошковых наноматериалов?</li> <li>8. Что такое аддитивные технологии и перспектива их использования?</li> <li>9. Классификация порошковых наноматериалов?</li> <li>10. Особенности применения порошковых наноматериалов конструкционного и функционального класса?</li> <li>11. Какие бывают аллотропные модификации углерода?</li> <li>12. Графитовые и алмазные пленки?</li> <li>13. Нановискеры и другие наноструктуры на основе углерода?</li> <li>14. Фуллерены, фуллерит и графен и структуры из них?</li> <li>15. Онионы, шаровидный углерод, технический углерод?</li> <li>16. Нанотрубки на основе углерода?</li> <li>17. Жгуты и кристаллы из нанотрубок?</li> <li>18. Нанотрубки, вертикально ориентированные к подложке?</li> <li>19. Композиты, нити и другие наноструктуры углерода?</li> <li>20. Свойства УНТ?</li> <li>21. Нанотрубки с нанопочками, разветвленные нанотрубки?</li> <li>22. Методы получения УНТ?</li> <li>23. Применение углеродных наноматериалов?</li> <li>24. Классификация наноматериалов и их типов структур?</li> <li>25. Способы получения объемных наноматериалов?</li> <li>26. Достоинства и недостатки основных способов получения объемных наноматериалов?</li> <li>27. Особенности строения камеры Бриджмена?</li> <li>28. Применение наноструктурированных титановых сплавов?</li> <li>29. Основные области применения и возможные ограничения объемных наноматериалов?</li> <li>30. Использование наноструктурированных материалов в медицине?</li> <li>31. Применение магнитных наноматериалов на практике?</li> <li>32. Структурные особенности наноматериалов конструкционного и функционального класса?</li> </ol>
-----	---------------------------------------	---------------------------------	---

**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	Процесс измельчения материала в шаровой мельнице	ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-1-У1;ПК-2-У1	Определить скоростные режимы измельчения материала (крупный и тонкий помол) исходя из технических характеристик шаровой мельницы. Рассчитать объемы загружаемых в мельницу размольных тел, измельчаемого материала и количество жидкости.
P2	Синтез нанопорошков золь-гель способом	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Золь-гель синтез многокомпонентных неорганических и органических наноматериалов и наноразмерных пленок.
P3	Деформационное поведение углеродных нанотрубок	ПК-1-У1;ПК-2-У1	Устойчивость УНТ и их механические свойства. Изучение деформационного поведения УНТ.
P4	Физические свойства графена	ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-31	Тепловые свойства графена. Температура плавления.
P5	Эволюцию структуры металлических материалов при ИПД	ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-2-У1	Эволюция микроструктур при ИПД. Разновидности наноструктур в материалах после воздействия ИПД. Получение наноструктур путем консолидации порошков методами ИПД.
P6	Применение объемных наноматериалов	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Выступление студентов с докладом и презентацией. Темы докладов связаны с применением наноматериалов в медицине, авиации, приборостроении и т.д.



P7	Нанокompозиты с металлической, керамической (на основе оксидов, силикатов, глины и других минеральных компонентов) и другими матрицами	ПК-1-У1;ПК-2-У1	Технологические приемы спекания композитов. Изучение технологии спекания порошковых материалов. Определение насыпной плотности.
P8	Основные области применения и возможные ограничения нанокompозитных материалов	ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Выступление студентов с докладом и презентацией. Темы докладов связаны с применением композитных наноматериалов в различных отраслях промышленности.

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

По курсу экзамен не предусмотрен

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

По курсу предусмотрен зачет с оценкой. Зачет с оценкой проставляется на основе оценок текущего контроля (двух контрольных работ и докладов по двум домашним заданиям).

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 «неявка» – обучающийся не явился на контрольные мероприятия в семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Барыбин А. А., Бахтина В. А., Томилин В. И., Томилина Н. П.	Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011
Л1.2	Козлов Г. В., Заиков Г. Е., Стоянов О. В., Кочнев А. М.	Дисперсно-наполненные полимерные нанокompозиты: монография	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012
Л1.3	Ляхов Н. З.	Металлополимерные нанокompозиты (получение, свойства, применение): монография	Электронная библиотека	Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2005
Л1.4	Хасанов О. Л., Двилис Э. С., Бикбаева З. Г., Качаев А. А., Полисадова В. В.	Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.5	Прокошин А. Ф., Люборский Ф. Е.	Аморфные металлические сплавы: пер. с англ. : монография	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Харрис П., Чернозатонский Л. А.	Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2003
Л1.7	Дроздов Н. И., Аникин Ю. А., Арсентьев П. П.	Теория металлургических процессов. Разд.: Металлические расплавы и аморфные металлы: Учеб. пособие для студ. спец. 0401, 0404, 0405	Библиотека МИСиС	, 1985
Л1.8	Рыжонков Д. И., Левина В. В., Дзидзигури Э. Л., др.	Ультрадисперсные среды. Получение нанопорошков методом химического диспергирования и их свойства: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Физическое материаловедение и спец. - 'Металловедение и терм. обраб. металлов', 'Наноматериалы', 'Стандартизация и сертификация'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л1.9	Панов В. С., Нарва В. К., Погожев Ю. С., Зайцев А. А., Левашов Е. А.	Технология получения и свойства спеченных материалов и изделий из них: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.10		Наноматериалы и наноструктуры	Библиотека МИСиС	,

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Грахов А. Е., Ю-Винг М., Жонг-Женг Ю.	Полимерные нанокompозиты: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2011
Л2.2	Рудской А. И.	Наноструктурированные металлические материалы	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Наука, 2011
Л2.3	Корабельников Д. В., Кравченко Н. Г., Поплавной А. С.	Физика наноструктур: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2016
Л2.4	Столяров Р. А., Буракова И. В., Бураков А. Е.	Нанокуглеродные функциональные материалы и покрытия: учебное электронное издание: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018
Л2.5	Андриевский Р. А.	Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2016
Л2.6	Алексеев А. Г.	Графен: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.7	Андриевский Р. А.	Основы наноструктурного материаловедения: возможности и проблемы: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.8	Кекало И. Б., Шуваева Е. А.	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.9	Варенков А. Н., Донских Н. М.	Композиционные материалы: Учеб. пособие по выполнению курсовой работы для студ. спец. 070800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.10	Либенсон Г. А., Никифоров О. А., Кипарисов С. С.	Теория процессов формования и спекания порошков. Разд.: Прессование металлических порошков: Курс лекций. Учебное пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976
Л2.11	МИСиС, Скаков Ю. А.	Вып. 147: Аморфные металлические сплавы: Сб.статей	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1983
Л2.12	Шуваева Е. А., Перминов А. С.	Материаловедение. Неметаллические и композиционные материалы: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. - Metallurgia	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сигов А. С.	Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур: лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л3.2	Добаткин С. В.	Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикроструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Metallurgia'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Блинков И. В., Добаткин С. В., Кузнецов Д. В., др.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л3.4	Рогачев С. О., Белов В. А.	Металлические композиционные и гибридные материалы. Гибридные наноструктурные материалы (N 3388): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

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

Э1	ГОСТ 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. - Переизд. февраль 2019. - М.: Стандартинформ, 2019	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200077909">http://docs.cntd.ru/document/1200077909</a>
Э2	ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.-Переизд 2011. - М.: Стандартинформ, 2011	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200005367">http://docs.cntd.ru/document/1200005367</a>
Э3	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно- исследовательской работе. Структура и правило оформления. - Введ 2002-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001.	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200026224">http://docs.cntd.ru/document/1200026224</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Microsoft Office
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.3	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.6	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.7	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
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.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Главная задача лекций дисциплины «Методы получения наночастиц и наноматериалов» дать необходимый учебный материал по конкретной теме и поставить главные проблемы, т.е. дать основные образовательные ориентиры для дальнейшего самостоятельного усвоения студентами учебного материала.

Количество лекций определяется в соответствии с учебным планом и рабочей программой, а именно с общим количеством часов, отведенных для лекционной работы. Структура лекционного курса включает в себя вступительную, основную и заключительную части. Каждая лекция разрабатывается с учетом:

- характера, состава и уровня подготовки аудитории;
- что и в каком объеме было изучено студентами ранее по родственным дисциплинам;
- в определении места изучаемой дисциплины в учебном процессе подготовки специалиста.

Основное внимание в лекции сосредотачивается на глубоком, всестороннем раскрытии главных, узловых, наиболее трудных вопросов темы.

Содержание лекции должно отвечать ряду дидактических принципов, главными из которых является: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Содержание лекции должно быть предварительно освещено вначале занятия в соответствии с планом лекции.

Материал лекций требует всестороннего, последовательного, логически стройного изложения и должен иметь заверченный характер. Объем научной информации должен быть четко систематизирован и методически проработан, высказываемые суждения доказательны, аргументированы. Лекции должны быть доступны для понимания. Вводимые термины и названия должны быть разъяснены. Главные мысли и положения должны быть выделены, формулировки выводов сделаны четко, лаконично. Студентам должна быть предоставлена возможность слушать, осмысливать и кратко записывать информацию. Для каждой лекции подбирается соответствующий дидактический и демонстрационный материал (слайды, иллюстрации, экспериментальные образцы) и ссылки на источники (книги, журналы, сайты).

В заключении каждой лекции подразумевается подведение общего итога повторение основных положений лекции, обобщение материала, формулировка выводов по теме лекции; ответы на вопросы студентов, раздача заданий для самоподготовки.

Для лучшего усвоения и закрепления основных теоретических приложений изучаемого курса предусмотрено проведение практических занятий в оптимальном для данного контингента студентов объеме. Практическим занятиям предшествует установочная лекция преподавателя. Необходимым условием успешного участия на практическом занятии/семинаре является обязательная самоподготовка студентов, прорабатывая задания по предстоящим темам семинара или практических занятий, повторение прослушанного и законспектированного материала предыдущих лекций.