

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 22.09.2023 10:04:44

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)

Наночастицы и наноматериалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., доц., Кречетов Илья Сергеевич

Рабочая программа

Наночастицы и наноматериалы

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 физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон Алексей Игоревич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – приобрести основные представления о наночастицах, наноматериалах и основных особенностях материалов в наноразмерном состоянии.
1.2	Задачи дисциплины научить:
1.3	- методам получения наночастиц и наноматериалов
1.4	- применению наночастиц и наноматериалов
1.5	- методам изучения свойств наночастиц и наноматериалов

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки	
2.1.2	Научно-исследовательская практика	
2.1.3	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен самостоятельно эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы в соответствии с квалификацией.

Знать:

ПК-2-31 современное аналитическое технологическое оборудование и приборы

ПК-4: Способен вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ

Уметь:

ПК-4-У1 вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ

ПК-2: Способен самостоятельно эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы в соответствии с квалификацией.

Уметь:

ПК-2-У1 эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы

ПК-4: Способен вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских работ

Владеть:

ПК-4-В1 навыком ведения нормативных и методических документов при проведении научно-исследовательских работ

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. Основные понятия							
1.1	Наночастицы и наноматериалы. Основные понятия. Определения. /Лек /	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.2	Основные понятия. Термодинамика поверхности в наноматериалах. Отличительные особенности свойств вещества на поверхности и в приповерхностных слоях. /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			

1.3	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.4	Классификация дисперсных систем и наноразмерных объектов. /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.5	Особенности наноструктурного состояния вещества. /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
1.6	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	6	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 2. Методы формирования и анализа тонкоплёночных материалов, наноматериалов и наночастиц								
2.1	Методы получения тонких плёнок оксидов металлов /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.2	Химическое осаждение из газовой фазы /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.3	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	11	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.4	Методы получения и особенности плёнок Лэнгмюра–Блоджетт /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.5	Атомная инженерия /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.6	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	16	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.7	Физические основы сканирующей зондовой и атомно-силовой микроскопии. Понятие атомной инженерии /Лек/	3	3	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.8	Локальное химическое осаждение из газовой фазы методами сканирующей зондовой микроскопии /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.9	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	16	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.10	Самосборка при эпитаксиальном выращивании плёнок /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.11	Самоупорядочение и самосборка в нанодисперсных системах /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
2.12	Методы получения и особенности плёнок Лэнгмюра–Блоджетт /Пр/	3	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 3. Специальные задачи применения наноматериалов								
3.1	Специальные задачи применения наноматериалов /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			

3.2	Топливные элементы. Материалы, применение /Пр/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
3.3	Локальное окисление поверхности металлов и полупроводников методами сканирующей зондовой микроскопии /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
3.4	Суперконденсаторы. Материалы, применение /Пр/	3	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
3.5	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	19	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			
3.6	Другие сферы применения наноматериалов /Пр/	3	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2			

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		ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>ПК-4.2.-31</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные причины возникновения отличий свойств наночастиц от свойств макроскопических тел. В чём проявляются эти отличия? Приведите примеры. 2. Что такое дисперсная система? Из каких частей она состоит? Что такое дисперсность? Что такое сложные дисперсные системы? 3. Какие виды классификации дисперсных систем Вы знаете? Опишите их. Приведите примеры. 4. Сформулируйте различия между понятиями «порошки», «гранулы» и «кластеры». 5. На какие два типа делят эмульсии по различию в полярности среды, в которой произведено эмульгирование, и эмульгированного вещества? 6. При каком условии происходит самопроизвольное эмульгирование? 7. Сформулируйте, в чём состоит разница между лиофобными и лиофильными золями. 8. Дайте определение понятию геля. В чём заключается явление тиксотропии? 9. Что такое аэрогель? Какова основная особенность его получения? В чём состоит отличительная особенность ксерогелей? Какие особенные свойства аэрогелей Вы можете назвать? Какие сферы их применения Вы знаете? <p>ПК-4.2.-У1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое микрокапсулирование? Каковы размеры микрокапсул? 2. В каком агрегатном состоянии должно находиться капсулируемое вещество при микрокапсулировании? Какое при этом основное требование предъявляется к веществу материала оболочки микрокапсулы? Приведите примеры того, какие материалы для этого используются. <p>ПК-4.2.-У2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. От чего и как зависит форма микрокапсул? 2. Приведите примеры того, какое строение могут иметь микрокапсулы. 3. На какие три класса можно разделить методы микрокапсулирования? Какой метод микрокапсулирования относят сразу к двум классам? К каким? 4. Что служит главным критерием при выборе метода капсулирования?

5. Дайте определение терминам коагуляция, флокуляция, коалесценция и коацервация.

ПК-4.2.-В1

1. В чём заключается метод химического осаждения из газовой фазы (CVD-процесс)? Приведите типичную схему CVD процесса. В чём основные достоинства этого метода?
2. По каким критериям, как правило, разделяют методы CVD? Приведите по несколько примеров.
3. В чём заключается метод физического осаждения из газовой фазы (PVD-процесс)? Каковы его основные достоинства и недостатки?
4. Что такое золь-гель технология? Из каких типичных стадий состоит золь-гель процесс?
5. Какие материалы позволяет получать метод золь-гель? Каковы основные достоинства и недостатки этого метода?
6. В чём заключается гидротермальный синтез? Какие давления и температуры характерны для него? Какие два технологических приёма используются, как правило, при гидро-термальном синтезе? Какие материалы можно получать таким методом? Для чего используется гидротермальная обработка материалов?
7. Как производится выращивание монокристаллов методом гидротермального синтеза?
8. Что такое плёнки Лэнгмюра-Блоджетт? Какие вещества пригодны для получения таких плёнок? Каковы особенности строения таких веществ?
9. Чем отличаются друг от друга плёнки X-, Y- и Z-типа? В чём разница процедур их получения?
10. Приведите схему установки для получения плёнок Лэнгмюра-Блоджетт X-, Y- и Z-типа.
11. Что такое плёнки Лэнгмюра-Шайфера? В чём особенности метода Шайфера для получения плёнок Лэнгмюра-Блоджетт? Изобразите схематически процедуру создания покрытий этим методом. Каковы его преимущества и недостатки?

ПК-4.2.-В2

1. Какие физические принципы лежат в основе работы сканирующего туннельного микро-скопа? Каким образом осуществляется изучение поверхности с помощью сканирующего туннельного микроскопа? Для исследования каких материалов возможно использование сканирующей туннельной микроскопии?
2. Какие физические принципы лежат в основе работы атомного силового микроскопа? В чём отличие атомной силовой микроскопии от сканирующей туннельной микроскопии? Для исследования каких материалов возможно использование атомной силовой микро-скопии?
3. Что такое атомная инженерия? Какие процессы переноса атомов относят к параллельным, а какие – к перпендикулярным?

3. Вопросы к контрольной работе 3 «Специальные задачи применения наноматериалов. Средства аккумуляции электрической энергии».

1. Что такое топливный элемент?
 - a. Это единица количества сгораемого топлива, используемого на тепловых электростанциях;
 - b. Один из химических элементов, способных к окислению кислородом воздуха с интенсивностью, достаточной

УП: 03.04.02-МФЗ-20-1-1.PLX

стр. 7

для горения, и используемый для получения электрической энергии;

с. Электрохимический источник тока, принцип работы которого основан на прямом получении электрической энергии в результате каталитического окисления различных видов топлива.

2. Может ли термодинамический КПД топливного элемента быть больше 100 %?

			<p>a. Нет, не может. Парижская Академия Наук уже с XVII века не рассматривает заявки на изобретения вечных двигателей;</p> <p>b. Да, может, но это является следствием не возникновения энергии из ниоткуда, а формальности определения термодинамического КПД как отношения $\Delta H/\Delta G$ и для некоторых реакций это отношение оказывается больше 1. На самом деле в таких случаях реакция в топливном элементе протекает за счёт поглощения тепла из окружающей среды, а реальный КПД всё равно оказывается меньше 100 %, хотя всё равно остаётся более высоким, чем для многих других систем генерации электрической энергии.</p> <p>3. Как правильно расшифровывается аббревиатура PEMFC?</p> <p>a. Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell;</p> <p>b. Proton Exchange Membrane Fuel Cell;</p> <p>c. Варианты b и c.</p> <p>4. Что такое SOFC?</p> <p>a. Твёрдо-оксидные топливные элементы (Solid Oxide Fuel Cell);</p> <p>b. Твёрдо-кислородные топливные элементы (Solid Oxygen Fuel Cell);</p> <p>5. Что из перечисленного на самом деле не относится к топливным элементам?</p> <p>a. DMFC (Direct Methanol Fuel Cell) – топливные элементы с прямым окислением метанола;</p> <p>b. AFC (Alkaline Fuel Cell) – щелочные топливные элементы;</p> <p>c. PAFC (Phosphoric Acid Fuel Cell) – топливные элементы с электролитом на основе фосфорной кислоты;</p> <p>d. MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) – топливные элементы на основе расплавленных карбонатов;</p> <p>e. CBFC (Carbon Blocks Fuel Cell) – топливные элементы из углеродных блоков.</p> <p>6. В чём преимущества использования электрической энергии в современной технологической сфере?</p> <p>a. Высокая эффективность преобразования электрической энергии в другие виды энергии;</p> <p>b. Высокая также и эффективность передачи электрической энергии;</p> <p>c. Всё вышеперечисленное.</p> <p>7. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наибольшей удельной энергией?</p> <p>a. Аккумуляторы, металло-воздушные и проточные батареи;</p> <p>b. Суперконденсаторы;</p> <p>c. Маховики.</p> <p>8. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наибольшей удельной мощностью?</p> <p>a. Аккумуляторы;</p> <p>b. Металло-воздушные и проточные батареи;</p> <p>c. Суперконденсаторы и маховики.</p> <p>9. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наибольшей скоростью саморазряда?</p> <p>a. Аккумуляторы;</p> <p>b. Металло-воздушные батареи;</p> <p>c. Проточные батареи;</p> <p>d. Суперконденсаторы и маховики.</p> <p>10. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наименьшей скоростью саморазряда?</p> <p>a. Аккумуляторы;</p> <p>b. Металло-воздушные батареи и проточные батареи;</p> <p>c. Суперконденсаторы и маховики.</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		ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Вариант № 1</p> <p>1. Назовите основные причины возникновения отличий свойств наночастиц от свойств макроскопических тел. В чём проявляются эти отличия? Приведите примеры.</p> <p>2. Какие виды классификации дисперсных систем Вы знаете? Опишите их. Приведите примеры.</p> <p>3. Сформулируйте различия между понятиями «порошки»,</p>

«гранулы» и «кластеры».

4. На какие два типа делят эмульсии по различию в полярности среды, в которой произведено эмульгирование, и эмульгированного вещества?

5. Что такое аэрогель? Какова основная особенность его получения? В чём состоит отличительная особенность ксерогелей? Какие особенные свойства аэрогелей Вы можете назвать? Какие сферы их применения Вы знаете?

6. На какие три класса можно разделить методы микрокапсулирования? Какой метод микрокапсулирования относят сразу к двум классам? К каким?

Вариант №2

1. В чём заключается метод химического осаждения из газовой фазы (CVD-процесс)? Приведите типичную схему CVD процесса. В чём основные достоинства этого метода?

2. Что такое золь-гель технология? Из каких типичных стадий состоит золь-гель процесс?

3. Как производится выращивание монокристаллов методом гидротермального синтеза?

4. Что такое плёнки Лэнгмюра-Блоджетт? Какие вещества пригодны для получения таких плёнок? Каковы особенности строения таких веществ?

5. Приведите схему установки для получения плёнок Лэнгмюра-Блоджетт X-, Y- и Z-типа.

6. Какие физические принципы лежат в основе работы сканирующего туннельного микроскопа? Каким образом осуществляется изучение поверхности с помощью сканирующего туннельного микроскопа? Для исследования каких материалов возможно использование сканирующей туннельной микроскопии?

Вариант №3

1. Что такое топливный элемент?

a. Это единица количества сгораемого топлива, используемого на тепловых электростанциях;

b. Один из химических элементов, способных к окислению кислородом воздуха с интенсивностью, достаточной для горения, и используемый для получения электрической энергии;

c. Электрохимический источник тока, принцип работы которого основан на прямом получении электрической энергии в результате каталитического окисления различных видов топлива.

2. Может ли термодинамический КПД топливного элемента быть больше 100 %?

a. Нет, не может. Парижская Академия Наук уже с XVII века не рассматривает заявки на изобретения вечных двигателей;

b. Да, может, но это является следствием не возникновения энергии из ниоткуда, а формальности определения термодинамического КПД как отношения $\Delta H/\Delta G$ и для некоторых реакций это отношение оказывается больше 1. На самом деле в таких случаях реакция в топливном элементе протекает за счёт поглощения тепла из окружающей среды, а реальный КПД всё равно оказывается меньше 100 %, хотя всё равно остаётся более высоким, чем для многих других систем генерации электрической энергии.

3. В чём преимущества использования электрической энергии в современной технологической сфере?

a. Высока эффективность преобразования электрической энергии в другие виды энергии;

b. Высока также и эффективность передачи электрической энергии;

c. Всё вышеперечисленное.

4. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наибольшей удельной энергией?

a. Аккумуляторы, металло-воздушные и проточные батареи;

b. Суперконденсаторы;

c. Маховики.

5. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наибольшей скоростью саморазряда?

			а. Аккумуляторы; б. Металло-воздушные батареи; в. Проточные батареи; г. Суперконденсаторы и маховики. б. Какие системы накопления электрической энергии из перечисленных обладают наименьшей скоростью саморазряда? а. Аккумуляторы; б. Металло-воздушные батареи и проточные батареи; в. Суперконденсаторы и маховики.
--	--	--	--

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

Типовые вопросы к экзамену			
1	Наночастицы и наноматериалы. Особенности наноструктурного состояния вещества.		
2	Классификация дисперсных систем и наноразмерных объектов.		
3	Нанокристаллиты в неорганических и в органических материалах.		
4	Структура двойного электрического слоя и природа электрического потенциала вблизи твердой поверхности.		
Потенциал притяжения Ван-дер-Ваальса.			
5	Химическое осаждение из газовой фазы.		
6	Золь-гель метод.		
7	Физическое осаждение из газовой фазы.		
8	Гидротермальный метод.		
9	Физические основы сканирующей зондовой и атомно-силовой микроскопии. Понятие атомной инженерии.		
10	Методы лазерной манипуляции нано- и микрообъектами.		
11	Локальное окисление поверхности металлов и полупроводников; локальное химическое осаждение из газовой фазы.		
12	Микрокапсулирование. Суть метода, основные понятия, основные способы микрокапсулирования, применение.		
13	Саморегулирующиеся процессы. Самоупорядочение и самосборка.		
14	Пленки Лэнгмюра–Блоджетт. Механизм возникновения. Методы получения.		
15	Топливные элементы, принципы их функционирования, разновидности, применение.		
16	Микрокапсулирование. Суть метода, основные понятия, основные способы микрокапсулирования, применение.		

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

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 на экзамен не явился.			

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кузнецов Н. Т., Новоторцев В. М., Жабров В. А., Марголин В. И.	Основы нанотехнологии: учебник	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Мионов Г. И., Матвеева Е. Л., Байбакова Е. В., Крамин Т. В., Белицкая Г. Н., Тимирязов В. Г.	Нанотехнологии: новый этап в развитии человечества: монография	Электронная библиотека	Казань: Познание (Институт ЭУП), 2010

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1		Нанотехнологии: разработка, применение	Библиотека МИСиС	М.: Сайнс-Пресс,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов	http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4/88
Э2	Российское образование: федеральный портал	http://www.edu.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-734	Лекционная аудитория	комплект учебной мебели на 140 мест для обучающихся, рабочее место преподавателя, мультимедийное оборудование, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus и технические средства обучения, служащие для предоставления информации большой аудитории.
Б-734	Лекционная аудитория	комплект учебной мебели на 140 мест для обучающихся, рабочее место преподавателя, мультимедийное оборудование, ноутбук с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus и технические средства обучения, служащие для предоставления информации большой аудитории.
А-323а	Аудитория для самостоятельной работы	комплект учебной мебели пакет на 6 рабочих мест с компьютерами, принтер, лицензионных программ MS Office

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов, касающихся получения, изучения свойств и применения наночастиц и наноматериалов. Практические занятия нацелены на проработку вопросов, изучаемых на лекционных занятиях, подробное изучение влияния различных факторов на свойства изучаемых материалов, влияния на них особенностей наноразмерного состояния.

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).

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.