

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 03.10.2023 10:22:40

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)

# Современные химические технологии

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Профиль

Технология наноструктурированных композиционных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.х.н., доц., Фролов Георгий Александрович*

Рабочая программа

**Современные химические технологии**

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 18.04.01 Химическая технология (приказ от 30.11.2022 г. № 636 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

18.04.01 Химическая технология, 18.04.01 МХТ-23-1.plx Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

18.04.01 Химическая технология, Технология наноструктурированных композиционных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от 17.11.2022 г., №10-22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины научить:
1.2	- научным основам и принципам реализации химических технологий синтеза наноматериалов;
1.3	- базовым теоретическим знаниям в области химических технологий получения наноматериалов в растворах, в газовой фазе;

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Конструкции накопителей электрической энергии	
2.1.2	Научно-исследовательская практика	
2.1.3	Неравновесные конденсированные системы, часть 2	
2.1.4	Определение размерных характеристик наноструктурированных композиционных материалов	
2.1.5	Получение и свойства материалов электродов	
2.1.6	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.1.7	Углеродосодержащие материалы, композиты	
2.1.8	Дифракционные методы исследования	
2.1.9	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.10	Системы хранения и преобразования энергии	
2.1.11	Электрохимические процессы	
2.1.12	Структура и свойства поверхности твердых тел	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Научно-педагогическая практика	
2.2.2	Преддипломная практика	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

<b>ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 технологические параметры и режимы синтеза полимерных и композиционных материалов
<b>ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку, критически оценивать данные и анализировать их результаты; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 методы анализа результатов испытаний; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации
<b>ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 использовать технологические параметры и режимы синтеза полимерных и композиционных материалов
<b>ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку, критически оценивать данные и анализировать их результаты; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 анализировать результаты экспериментов; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации
<b>ПК-1: Способен проводить контроль технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 навыком проведения контроля технологических параметров и режимов синтеза полимерных и композиционных материалов

**ОПК-2: Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку, критически оценивать данные и анализировать их результаты; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации**

**Владеть:**

ОПК-2-В1 анализом результатов испытаний; исследовать применение новых и новейших технологий в области соответствующей инженерной специализации

#### 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. Химические методы получения наноматериалов в растворах</b>							
1.1	Получение наночастиц методом осаждения. Теория растворимости, понятие растворимости и произведения растворимости. Наночастицы гидроксидов, сульфидов, селенидов, фосфатов. Влияние условий синтеза на дисперсность и морфологию частиц. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.6 Л1.7Л2.4 Э1			
1.2	Оценка технологий и получаемой продукции с точки зрения соответствия нанотехнологиям. Выдача домашнего задания 1 /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4Л2.4 Э1			Р1
1.3	Различные классификации методов получения наноразмерных материалов. Классификация химических методов получения наноматериалов. Нанотехнологии «сверху - вниз» и «снизу – вверх». Понятие наноматериала и нанообъекта. Место химических методов получения среди нанотехнологий. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.8 Л1.9Л2.2 Л2.4 Э1			
1.4	Расчёт методики получения наночастиц методом осаждения /Лаб/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.3 Л2.4 Э1			
1.5	Расчёт возможности осаждения металлов в окислительной среде /Лаб/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.3 Л2.4 Э1			
1.6	Расчет активного диаметра зародышевого кристалла. Расчет доли активных зародышей. /Ср/	3	20	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.4 Э1			
1.7	Расчет толщины гидроксидной пленки на поверхности наночастиц диоксида хрома /Ср/	3	20	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.4 Э1			

1.8	Расчёт температурной зависимости энергии Гиббса реакции металлотермического восстановления гафния /Ср/	3	20	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1			
1.9	Проработка лекционного материала /Ср/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Э1			
1.10	Домашнее задание 1 /Ср/	3	5	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4Л2.5 Э1			
	<b>Раздел 2. Синтез нанопорошков методами газофазного взаимодействия</b>							
2.1	Химическое осаждение из газовой фазы и газотранспортные реакции для синтеза двумерных материалов. Виды газотранспортных реакций. Принципиальная схема и оборудование для газофазного осаждения. Получение графенов, углеродных нанотрубок, гетероструктур. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.7 Л1.9Л2.4 Э1			
2.2	Оценка размерных характеристик материалов, получаемых с использованием аэрозольных технологий /Лаб/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.8Л2.4 Э1			
2.3	Синтез нанопорошков и наноструктурных материалов с использованием аэрозольных технологий. Зарождение, рост и термодинамика образования частиц. Классификация аэрозольных систем. Метод спрей-пиролиза и наиболее часто встречающиеся компоненты для его реализации. Формирование капель аэрозоля. Превращение капли в частицу. Сбор получаемого материала. Схемы синтеза, используемые в настоящее время. Примеры материалов, синтезированных на кафедре ФНСиВТМ. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.7Л2.4 Э1			
2.4	Расчет состава исходных растворов для получения многокомпонентных систем с использованием аэрозольных технологий /Лаб/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.8Л2.3 Л2.4 Э1			

2.5	Контрольная работа 1. Выдача Домашнего задания 2. /Лаб/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.9Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1		КМ1	
2.6	Уравнения реакций и расчёт состава газовой смеси для осаждения тонкоплёночного покрытия /Ср/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.9Л2.3 Л2.4 Э1			
2.7	Химические реакции, сопровождающие процесс детонационного синтеза /Ср/	3	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.9Л2.3 Л2.4 Э1			
2.8	Проработка лекционного материала /Ср/	3	5	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Л2.5 Э1			
2.9	Подготовка к контрольной работе № 1 /Ср/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Э1			
2.10	Домашнее задание 2 /Ср/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.7 Л1.9Л2.3 Л2.5 Э1			Р2
	<b>Раздел 3. Получение наноматериалов путем химических превращений в твердой фазе</b>							
3.1	Получение многофункциональных наноструктурированных материалов методом СВС. Рассмотрение явления «твердого пламени» и процесса СВС. Основные понятия и определения. Классификация методов получения материалов с помощью СВС. Сущность методов, технологические схемы и оборудование. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.5 Л1.7Л2.4 Э1			
3.2	СВС-экструзия. Получения электродов субмикронной и наноразмерной структурой. Синтез керамического порошкового материала методом СВС в реакторе открытого типа. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.5 Л1.7Л2.4 Э1			
3.3	Синтез металл-углеродных нанопорошков методом ИК-пиролиза. Прекурсоры углеродных наноматериалов. Параметры проведения процесса. Схема превращений в углеродной матрице в ходе ИК-отжига. Основные химические реакции процесса. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.7Л2.1 Л2.4 Э1			

3.4	Влияние условий синтеза на свойства металл-углеродных нанопорошков. Характеристики получаемых наноматериалов. Каталитическая активность, магнитные свойства и применение металл-углеродных наноконпозитов. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.7Л2.1 Л2.4 Э1			
3.5	Процесс получения полировальных порошков на основе СеО2 по карбонатной и оксалатной технологиям. Характеристика исходного сырья. Понятие полирования и полирующей способности. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.7 Л1.9Л2.4 Э1			
3.6	Влияние условий получения и свойств синтезированных нанопорошков на основе СеО2 на их полирующую способность. Области применения полировальных порошков. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.7 Л1.9Л2.4 Л2.6 Э1			
3.7	Расчёт количества водорода, необходимого для восстановления солей металлов при получении металл-углеродных нанопорошков методом ИК-пиролиза /Ср/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2Л2.4 Э1			
3.8	Расчёт радиуса частицы металла при различном содержании солей в прекурсорс /Ср/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2Л2.4 Э1			
3.9	Расчёт состава прекурсоров для получения полировальных порошков на основе СеО2 по карбонатной технологии /Ср/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.9Л2.3 Л2.4 Л2.6 Э1			
3.10	Проработка лекционного материала /Ср/	3	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.9Л2.1 Л2.3 Э1			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1 Какие виды классификаций методов получения наноматериалов предложены к настоящему времени? 2 Какой принцип лежит в основе разделения методов получения наноматериалов на механические, физические, химические и биологические? 3 Какой принцип лежит в основе разделения методов на «сверху –

		<p>вниз» и «снизу – вверх»?</p> <p>4 Какое место среди всех методов получения наноматериалов занимают химические методы согласно классификации на основе природы основного этапа диспергирования?</p> <p>5 Какие методы получения наноматериалов относятся к группе «сверху – вниз»?</p> <p>6 Какие методы получения наноматериалов относятся к группе «снизу – вверх»?</p> <p>7 Какие химические методы получения наноматериалов относятся к группе «сверху – вниз»?</p> <p>8 Какие химические методы получения наноматериалов относятся к группе «снизу – вверх»?</p> <p>9 На какие группы делятся химические методы получения наноматериалов согласно классификации на основе природы основного этапа диспергирования?</p> <p>10 Какие методы входят в группу «Химические реакции разных классов соединений»?</p> <p>11 Какие методы входят в группу «Электрохимические методы»?</p> <p>12 Какие методы входят в группу «Разложение паров соединений с помощью различных излучений»?</p> <p>13 В чём принцип технологий «снизу – вверх»?</p> <p>14 В чём принцип технологий «сверху – вниз»?</p> <p>15 На какие группы делятся методы получения наноматериалов в классификации на основе направления воздействия на материал?</p> <p>16 На какие группы делятся методы получения наноматериалов в классификации на основе основного этапа диспергирования?</p> <p>17 Приведите классификацию химических методов получения наноматериалов на основе основного этапа диспергирования.</p> <p>18 Какое место химические методы получения занимают в классификации нанотехнологий?</p> <p>19 Какие наноразмерные объекты можно получить химическими методами?</p> <p>20 Что такое наноразмерный объект?</p> <p>21 Отличаются ли между собой понятия «наноразмерный объект» и «наноматериал»?</p> <p>22 Какие наноматериалы по морфологическим признакам можно получить по технологии «снизу – вверх»?</p> <p>23 Какие наноматериалы по морфологическим признакам можно получить по технологии «сверху – вниз»?</p> <p>24 Являются методы получения наноматериалов нанотехнологиями? Ответ обоснуйте.</p> <p>25 Являются методы диагностики наноматериалов нанотехнологиями? Ответ обоснуйте.</p> <p>26 Являются методы характерологии наноматериалов нанотехнологиями? Ответ обоснуйте.</p> <p>27 Являются методы исследования наноматериалов нанотехнологиями? Ответ обоснуйте.</p> <p>28 Что является основной диспергирующей стадией в химических методах получения наноматериалов?</p> <p>29 Является ли химическая реакция основной диспергирующей стадией при производстве наноматериалов по технологии «снизу – вверх»? Ответ обоснуйте.</p> <p>30 Является ли химическая реакция основной диспергирующей стадией при производстве наноматериалов по технологии «сверху – вниз»? Ответ обоснуйте.</p> <p>31 Является ли химическая реакция основной диспергирующей стадией при производстве нанобъектов? Ответ обоснуйте.</p> <p>32 Какое место занимают химические методы в различных классификациях методов получения наноматериалов?</p> <p>33 Что такое скорость образования частиц?</p> <p>34 Что такое линейная скорость роста частиц?</p> <p>35 Каково должно быть соотношение скорости образования частиц и скорости роста частиц при синтезе наноструктурных материалов и нанопорошков?</p> <p>36 Напишите формулу скорости образования частиц.</p> <p>37 Напишите выражение для энергии Гиббса образования частиц.</p> <p>38 Напишите выражение для критического радиуса образования зародыша.</p>
--	--	--

			39 Как классифицируются аэрозольные системы? 40 Приведите принципиальную схему синтеза материалов с использованием аэрозольных технологий (или метода спрей-пиролиза).
--	--	--	---

KM2	Контрольная работа 2	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Приведите блок-схему получения наноразмерного рения.</li> <li>2 Напишите уравнение реакция получения наноразмерного рения.</li> <li>3 К какой группе химических методов относится способ получения наноразмерного рения?</li> <li>4 В чём заключаются преимущества использования рения нанометровых размеров?</li> <li>5 Опишите области применения наноразмерного рения.</li> <li>6 Какой принцип лежит в основе процесса получения наноразмерного рения?</li> <li>7 Почему актуальна вторичная переработка рениевых отходов?</li> <li>8 Каким образом производится очистка рения от примесей в газофазном способе получения наноразмерного металла?</li> <li>9 Опишите способ газофазного получения наноразмерного рения.</li> <li>10 Приведите характеристики рения, полученного газофазным способом.</li> <li>11 К какому типу нанотехнологий относится способ получения наноразмерного рения?</li> <li>12 Какое свойство оксида рения обуславливает его использование в способе получения наноразмерного рения?</li> <li>13 При каких температуре, давлении, газовой среде проводится основная реакция получения наноразмерного рения газофазным способом?</li> <li>14 Какими способами можно получить наноразмерный рений?</li> <li>15 Нужна ли пассивация нанопорошка рения? Ответ обоснуйте.</li> <li>16 Какие исходные материалы используются для получения металл-углеродных нанокомпозитов методом ИК-пиролиза?</li> <li>17 Назовите наиболее распространенные полимеры, использующиеся в качестве прекурсоров углеродной матрицы при получении наноматериалов методом ИК-пиролиза.</li> <li>18 Что такое система сопряженных связей?</li> <li>19 Изобразите схему получения металл-углеродных нанокомпозитов методом ИК-пиролиза</li> <li>20 В чем заключается физическая сущность использования ИК-излучения в методе ИК-пиролиза?</li> <li>21 Назовите основные преимущества метода получения нанокмозитов путем ИК-пиролиза.</li> <li>22 В какой атмосфере возможно проведение ИК-пиролиза для получения нанокмозитов?</li> <li>23 Какие восстановители используются для получения наночастиц металла в методе ИК-пиролиза?</li> <li>24 Каким образом в ходе ИК-пиролиза в системе появляется восстановитель?</li> <li>25 Чем определяется температура начала восстановления металлов в методе ИК-пиролиза?</li> <li>26 Какими функциями распределения характеризуются размеры наночастиц в металл-углеродных нанокмозитах, синтезированных методом ИК-пиролиза?</li> <li>27 Назовите существующие и потенциальные области применения металл-углеродных нанокмозитов.</li> <li>28 Охарактеризуйте металл-углеродные нанокмозиты, полученные методом ИК-пиролиза.</li> <li>29 Какое морфологическое строение имеют металл-углеродные нанокмозиты, полученные методом ИК-пиролиза?</li> <li>30 К какому методу получения относится метод ИК-пиролиза согласно классификации химических методов?</li> <li>31 Каким путем добиваются равномерного распределения наночастиц в углеродной матрице?</li> <li>32 Почему при разных прекурсорах температура восстановления металлов отличается?</li> <li>33 Метод ИК-пиролиза – это усовершенствованный или вновь разработанный метод синтеза наноматериалов? Ответ обоснуйте.</li> <li>34 Как зафиксировать начало преобладания процессов коалесценции в формировании металлических наночастиц в методе ИК-пиролиза?</li> <li>35 Назовите две основные морфологические составляющие металл-углеродных нанокмозитов.</li> <li>36 Какую роль играет углеродная матрица в металл-углеродных нанокмозитах?</li> </ol>
-----	----------------------	--	---

			37 Какое строение углеродной матрицы наиболее функционально в металл-углеродных нанокompозитах? 38 Какова роль металла в металл-углеродных нанокompозитах? 39 Опишите метод определения параметра решетки твердого раствора в наносостоянии по рентгенодифракционным данным. 40 Каким образом можно доказать, что в металл-углеродном нанокompозите сформировался твердый раствор?
--	--	--	---

### 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 1	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Домашнее задание № 1 заключается в анализе обучающимся определённого химического метода получения наноматериалов по следующим вопросам: 1 Изучить предложенную технологию 2 Определить, относится ли она к нанотехнологиям 3 Определить, к какой группе химических методов она относится Отчёт по Домашнему заданию № 1 оформляется в соответствии с нормативными документам на рабочую документацию.
P2	Домашнее задание 2	ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Домашнее задание № 2 заключается в литературном поиске, описании технологических особенностей и анализе химических методов получения наноструктурного композиционного материала по выбору обучающегося. Отчёт по Домашнему заданию № 2 оформляется в соответствии с нормативными документам на рабочую документацию.

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

Экзамен не предусмотрен

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

Для выставления зачета с оценкой применяется следующая шкала:

- а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания, знает, как применять полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу
- б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания, допускает незначительные ошибки при освещении вопросов, знает, как применять полученные знания на практике, четко излагает материал;
- в) «удовлетворительно» – студент показывает знания, хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, ориентируется в том, как применять полученные знания на практике.
- г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в изложении вопросов, не понимает сущности излагаемых проблем, 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	Лепешев А. А., Ушаков А. В., Карпов И. В.	Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокompозитов: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012
Л1.2	Солодова Н. Л., Абдуллин А. И.	Пиролиз углеводородного сырья: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2007
Л1.3	Пугачев В. М.	Химическая технология: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014
Л1.4	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.5	Амосов А. П., Боровинская И. П., Мержанов А. Г., Анциферов В. Н.	Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение-1, 2007
Л1.6	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
Л1.7	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
Л1.8	Душик В. В., Ракоч А. Г., Лахоткин Ю. В., Гладкова А. А.	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.9	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	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	Ахмедьянова Р. А., Рахматуллина А. П., Романова Н. В.	Технология нефтехимического синтеза: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013
Л2.2	Собачкина Т. Н., Петрова Е. С., Баранова Ю. Б., Андреева Г. В., Кудрина Н. В.	Химическая технология органических веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018
Л2.3	Карапетьянц М. Х.	Введение в теорию химических процессов: учеб. пособие для хим.-технол. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1981
Л2.4	Рыжонков Д. И., Левина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Ультрадисперсные системы: физические, химические и механические свойства: учеб. пособие для студ. вузов спец. -150701 (070800), 150108 (110800)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л2.5	Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.6	Кулифеев В. К., Тарасов В. П., Кропачев А. Н.	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallurgia	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Роснано	<a href="https://www.rusnano.com/">https://www.rusnano.com/</a>		
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	Microsoft Office			
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	LMS Canvas			
П.5	MS Teams			
П.6	Консультант Плюс			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	Российское образование: федеральный портал [Электронный ресурс]. – <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a> (Ссылки на внешний сайт.) Ссылки на внешний сайт..			

## 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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
A-311	Компьютерный класс	комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, оснащенных компьютерами с подключением к сети «Интернет» (14 шт) и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска, проектор
AB-102	Учебная аудитория	комплекты лабораторной посуды для выполнения лабораторных работ - 15 шт., вытяжной шкаф - 1 шт, весы аналитические - 1 шт., весы лабораторные - 1 шт., лабораторная посуда, химические реактивы, персональный компьютер - 8 шт., проектор - 1 шт., экран для проектора - 1 шт., универсальная разрывная машина - 1 шт., трибомер - 1 шт., 3D-принтер - 2 шт., пресс вулканизационный - 1 шт., шнековый экструдер - 1 шт., комплект учебной мебели

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Курс нацелен на изучение различных химических методов синтеза наноразмерных материалов, научных положений и принципов, лежащих в их основе, технического и аппаратного оформления, а также реализации химических способов получения наноматериалов в промышленности в настоящее время.

Предусматриваются две контрольные работы.

Во время аудиторных занятий в учебном курсе используются активные и интерактивные технологии:

– проведение лекционных и практических с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);

– использование при проведении занятий активных форм обучения, учебных видеоматериалов.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации