

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:46

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Химические способы получения наноматериалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 93

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 9

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	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	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, проф., Дзидзигури Э.Л.; ктн, Доцент, Сидорова Е.Н.*

Рабочая программа

**Химические способы получения 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 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

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

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2023 г., №22

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины научить:
1.2	- научным основам и принципам реализации химических методов синтеза наноматериалов;
1.3	- базовым теоретическим знаниям в области химических методов получения наноматериалов в растворах, в газовой фазах;
1.4	- теоретическим и практическим основам определения понятий в области нанотехнологий;
1.5	- на реальных примерах принципам получения наноматериалов в промышленности химическими способами.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.27
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Материаловедение	
2.1.2	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.3	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.4	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.5	Основы технологии получения материалов	
2.1.6	Процессы получения металлов, сплавов и соединений	
2.1.7	Технология материалов электроники	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

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

**ПК-3: Способен участвовать в разработке инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов**

**Знать:**

ПК-3-33 Физико-химические основы получения наноматериалов

ПК-3-32 Основные химические способы производства наноматериалов

ПК-3-31 Физико-химические характеристики наноструктурированных композиционных материалов

**Уметь:**

ПК-3-У2 Применять информационно-коммуникационные технологии сбора технической информации по инновационным разработкам в отрасли производства наноструктурированных композиционных материалов

ПК-3-У1 Составлять и оформлять протоколы испытаний

**Владеть:**

ПК-3-В3 Навыками сбора и систематизации информации в области химических способов получения наноматериалов

ПК-3-В2 Навыками расчёта параметров химических способов получения наноматериалов

ПК-3-В1 Навыками анализа и сопоставления различных химических способов получения 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. Химические методы получения наноматериалов в растворах</b>							
1.1	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/	9	2	ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.8 Л1.9Л2.2 Л2.4 Э1			
1.2	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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.4 Л1.6 Л1.7Л2.4 Э1			
1.3	Получение наночастиц методом восстановления из раствора. Теория окислительно-восстановительного потенциала. Наночастицы Au, Cu, Ag, Pt. Типы восстановителей. Влияние условий синтеза на дисперсность и морфологию частиц. Сферы применения. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.4 Л1.7Л2.4 Э1			
1.4	Сущность гидротермального способа получения наночастиц. Оборудование и исходные реагенты для синтеза. Контроль технологических параметров. Достоинства и недостатки гидротермального метода. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7Л2.4 Э1			
1.5	Гетероэпитаксиальный рост кристаллов в гидротермальных условиях. Регулирование дисперсности наночастиц на стадии их получения путём введения зародышеобразующих примесей /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7Л2.4 Э1			

1.6	Металлотермическое получение нанопорошка гафния. Свойства элемента и области его применения. Основные этапы и параметры процесса. Характеристика получаемого продукта. Формы существования кислорода в нанопорошках гафния. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7 Л1.9Л2.4 Л2.5 Э1			
1.7	Оценка технологий и получаемой продукции с точки зрения соответствия нанотехнологиям. Выдача домашнего задания 1 /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-У2 ПК-3-В3	Л1.4Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1			
1.8	Расчёт методики получения наночастиц методом осаждения /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.3 Л2.4			
1.9	Расчёт возможности осаждения металлов в окислительной среде /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.3 Л2.4			
1.10	Расчет активного диаметра зародышевого кристалла. Расчет доли активных зародышей. /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.4			
1.11	Расчет толщины гидроксидной пленки на поверхности наночастиц диоксида хрома /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.4			
1.12	Расчёт температурной зависимости энергии Гиббса реакции металлотермического восстановления гафния /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.3Л2.3 Л2.4 Л2.6			
1.13	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям /Ср/	9	10	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Э1			
1.14	Домашнее задание 1 /Ср/	9	15	ПК-3-В1 ПК-3-У2 ПК-3-В3	Л1.3 Л1.4Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1			
	<b>Раздел 2. Синтез нанопорошков методами газофазного взаимодействия</b>							

2.1	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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7Л2.4 Э1			
2.2	Принципы контроля морфологии и дисперсности нанопорошков и наноструктурных материалов при синтезе по аэрозольным технологиям. Влияние концентрации исходного раствора соли. Влияние параметров реактора. Влияние скорости потока газа носителя. Влияние диспергирующих добавок. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7Л2.4 Э1			
2.3	Получение нанопорошка рения методом газофазного взаимодействия из вторичного сырья. Характеристика элемента и причины переработки вторичного сырья. Параметры проведения процесса получения. Области применения наноразмерного рения. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7 Л1.9Л2.4 Л2.5 Э1			
2.4	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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.7 Л1.9Л2.4 Э1			

2.5	Детонационный синтез наноалмазов. История разработки нового метода получения наноматериалов. Принцип и схема процесса. Характеристика получаемых материалов. Области применения наноалмазов. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-33	Л1.7 Л1.9Л2.4 Э1			
2.6	Оценка размерных характеристик материалов, получаемых с использованием аэрозольных технологий /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3 -В2	Л1.8Л2.4			
2.7	Расчет состава исходных растворов для получения многокомпонентных систем с использованием аэрозольных технологий /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3 -В2	Л1.8Л2.3 Л2.4			
2.8	Контрольная работа 1. Выдача Домашнего задания 2. /Пр/	9	1	ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.4 Л1.6 Л1.7 Л1.9Л2.3 Л2.4 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4			
2.9	Уравнения реакций и расчёт состава газовой смеси для осаждения тонкоплёночного покрытия /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3 -В2	Л1.9Л2.3 Л2.4			
2.10	Химические реакции, сопровождающие процесс детонационного синтеза /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3 -В2	Л1.9Л2.3 Л2.4			
2.11	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим работам /Ср/	9	14	ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Л2.5 Э1			
2.12	Подготовка к контрольной работе № 1 /Ср/	9	12	ПК-3-31 ПК-3- 32 ПК-3-33 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.9Л2.3 Э1			
2.13	Домашнее задание 2 /Ср/	9	12	ПК-3-В1 ПК-3 -У2 ПК-3-В3	Л1.3 Л1.7 Л1.9Л2.3 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4			
	<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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	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/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	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 нанокомпозитов. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.2 Л1.7Л2.1 Л2.4 Э1			
3.5	Процесс получения полировальных порошков на основе $\text{CeO}_2$ по карбонатной и оксалатной технологиям. Характеристика исходного сырья. Понятие полирования и полирующей способности. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7 Л1.9Л2.4 Э1			
3.6	Влияние условий получения и свойств синтезированных нанопорошков на основе $\text{CeO}_2$ на их полирующую способность. Области применения полировальных порошков. /Лек/	9	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.7 Л1.9Л2.4 Л2.6 Э1			



3.7	Расчет входных параметров для проведения процесса СВС: количества исходных порошковых материалов; относительной плотности, пористости, высоты, массы исходной шихтовой заготовки /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.5Л2.4			
3.8	Основные реакции и расчет теплового эффекта данных реакций в процессе СВС. /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.5Л2.4			
3.9	Расчёт количества водорода, необходимого для восстановления солей металлов при получении металл-углеродных нанопорошков методом ИК-пиролиза /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.2Л2.4			
3.10	Расчёт радиуса частицы металла при различном содержании солей в прекурсор /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.2Л2.4			
3.11	Контрольная работа 2 /Пр/	9	1	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.9Л2.1 Л2.4			
3.12	Расчёт состава прекурсоров для получения полировальных порошков на основе $SeO_2$ по карбонатной технологии /Пр/	9	1	ПК-3-У1 ПК-3-В2	Л1.9Л2.3 Л2.4 Л2.6			
3.13	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим работам /Ср/	9	18	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.9Л2.1 Л2.3 Э1			
3.14	Подготовка к контрольной работе № 2 /Ср/	9	12	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У2	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

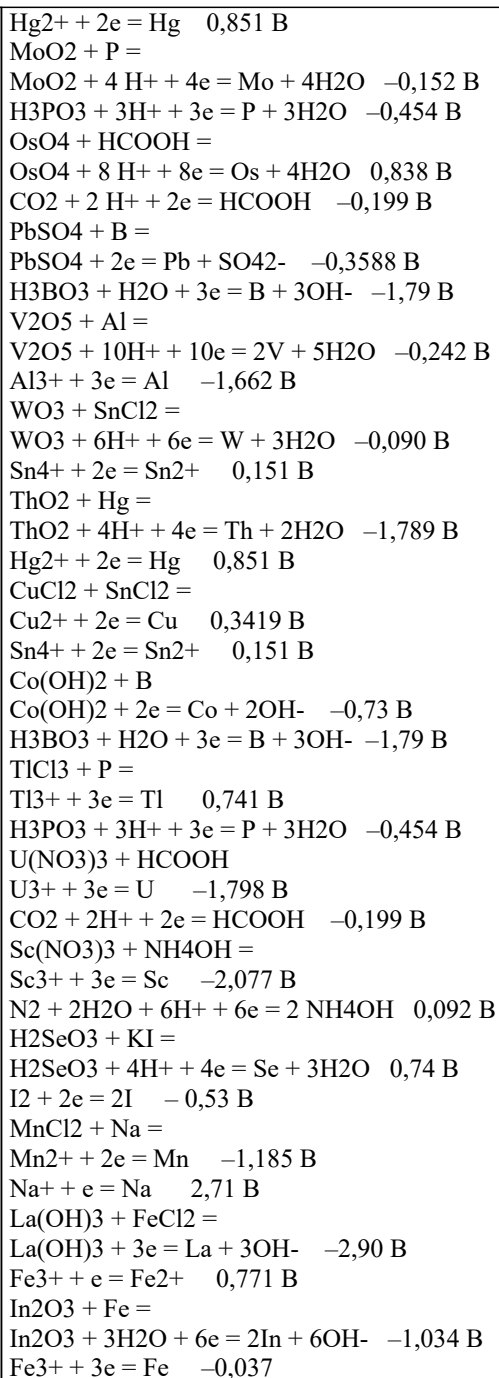
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-В2	1 Какие виды классификаций методов получения наноматериалов предложены к настоящему времени? 2 Какой принцип лежит в основе разделения методов получения наноматериалов на механические, физические, химические и биологические? 3 Какой принцип лежит в основе разделения методов на «сверху – вниз» и «снизу – вверх»? 4 Какое место среди всех методов получения наноматериалов занимают химические методы согласно классификации на основе природы основного этапа диспергирования? 5 Какие методы получения наноматериалов относятся к группе

		<p>«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 характеристики 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> <p>39 Как классифицируются аэрозольные системы?</p> <p>40 Приведите принципиальную схему синтеза материалов с использованием аэрозольных технологий (или метода спрей-пиролиза).</p> <p>41 Приведите принципиальную схему синтеза материалов с</p>
--	--	--

			<p>использованием метода спрей-пиролиза.</p> <p>42 Перечислите основные составляющие метода спрей-пиролиза.</p> <p>43 Какие основные методики используются для атомизации исходного раствора соли.</p> <p>44 Какие основные методики используются для обработки аэрозоля раствора соли?</p> <p>45 Какие основные методики используются для улавливания частиц?</p> <p>46 Сравните характеристики способов распыления в методе спрей-пиролиза.</p> <p>47 Сравните характеристики способов обработки в методе спрей-пиролиза.</p> <p>48 Сравните характеристики способов сбора материала в методе спрей-пиролиза.</p> <p>49 Опишите принцип образования капель аэрозоля при механическом распылении.</p> <p>50 От чего зависит диаметр капель аэрозоля при распылении вращающимся диском?</p> <p>51 Опишите принцип образования капель аэрозоля пневматическим методом.</p> <p>52 От чего зависит диаметра капель аэрозоля при распылении под давлением?</p> <p>53 Какова взаимосвязь длины стоячей волны, частоты работы ультразвукового генератора и диаметра капель образующегося аэрозоля раствора соли?</p> <p>54 Опишите принцип образования аэрозоля под воздействием ультразвуковых колебаний.</p> <p>55 Что такое звук?</p> <p>56 Что такое инфразвук?</p> <p>57 Что такое слышимая область?</p> <p>58 Что такое ультразвук?</p> <p>59 Что такое гиперзвук?</p> <p>60 Что такое звуковые волны. Интервалы частот различных типов звуковых волн.</p> <p>61 Напишите формулу Ланга.</p> <p>62 От чего зависит диаметр капли аэрозоля при ультразвуковом распылении раствора соли?</p> <p>63 Опишите процессы превращения капли в частицу.</p> <p>64 Каковы граничные условия для определения толщины стенки микросфер?</p> <p>65 От чего зависит толщина стенки микросфер?</p> <p>66 Приведите уравнения, определяющие толщину стенки микросфер.</p> <p>67 Опишите разновидности морфологии частиц, получаемых методом спрей пиролиза.</p> <p>68 Каковы пути формирования различной морфологии частиц, получаемых методом спрей пиролиза?</p> <p>69 Перечислите параметры, влияющие на морфологию и дисперсность материалов при получении методом спрей-пиролиза.</p> <p>70 Каково влияние диспергирующих добавок на морфологию и дисперсность получаемого материала?</p> <p>71 Опишите процесс синтеза пористых материалов с использованием методики спрей-пиролиза.</p> <p>72 Опишите процесс синтеза наночастиц с использованием методики спрей-пиролиза.</p> <p>73 Опишите процесс синтеза сдвинутых микросфер методом спрей-пиролиза.</p> <p>74 Опишите процесс синтеза многокомпонентных систем методом спрей-пиролиза.</p> <p>75 Опишите процесс синтеза композиционных материалов методом спрей-пиролиза.</p> <p>76 Опишите процесс синтеза инкапсулированных микросфер методом спрей-пиролиза.</p> <p>77 Опишите процесс синтеза покрытий с использованием техники спрей-пиролиза.</p> <p>78 За счёт каких параметров синтеза осуществляется изменение морфологии материала при синтезе методом спрей-пиролиза?</p> <p>79 За счёт каких параметров синтеза осуществляется изменение</p>
--	--	--	---

			<p>дисперсности материала при синтезе методом спрей- пиролиза?</p> <p>80 Какие материалы можно синтезировать с использованием техники спрей-пиролиза?</p> <p>81 Что такое гидротермальный синтез?</p> <p>82 На чем основан метод гидротермального синтеза?</p> <p>83 Приведите примеры веществ, способных растворяться в гидротермальных условиях</p> <p>84 Какой процесс при нагревании солей, оксидов или гидроксидов металлов в виде раствора или суспензии в гидротермальных условиях приводит к образованию продукта реакции – простого или сложного оксида?</p> <p>85 Как изменяется скорость процессов растворения и окисления в гидротермальных условиях?</p> <p>86 Что является основными объектами гидротермального синтеза?</p> <p>87 Какие функции несет высокая температура воды в процессах гидротермального синтеза?</p> <p>88 Какие свойства реагентов изменяются под воздействием высокой температуры воды в гидротермальных условиях?</p> <p>89 До каких температур происходит нагрев воды в гидротермальных условиях?</p> <p>90 Приведите значения параметров (температуры и давления) критической точки воды.</p> <p>91 Что такое минерализатор?</p> <p>92 Какие термодинамические параметры определяют состояние системы в гидротермальных условиях?</p> <p>93 Каким образом можно варьировать величину пересыщения в гидротермальных условиях?</p> <p>94 Перечислите методы гидротермального синтеза.</p> <p>95 Назовите две основные реакции механизма образования оксидов.</p> <p>96 Напишите реакцию гидролиза в общем виде.</p> <p>97 Напишите реакцию дегидратации в общем виде</p> <p>98 Приведите примеры методов гидротермального синтеза с дополнительным внешним воздействием на реакционную среду.</p> <p>99 Приведите примеры исходных веществ для гидротермального синтеза.</p> <p>100 Как называется аппарат для нагрева под давлением выше атмосферного?</p> <p>101 Что из себя представляет автоклав для гидротермального синтеза?</p> <p>102 Приведите пример обработки кристаллического порошка сразу после проведения гидротермального синтеза и извлечения из автоклава.</p> <p>103 Приведите основные параметры гидротермального синтеза, определяющие как кинетику протекающих процессов, так и свойства образующихся продуктов.</p> <p>104 Как влияет изменение температуры в гидротермальных условиях на растворимость веществ?</p> <p>105 Как изменяется скорость осаждения продукта реакции с увеличением температуры в гидротермальных условиях?</p> <p>106 Как в гидротермальных условиях изменяется размер кристаллов продукта по сравнению с осаждением в обычных условиях?</p> <p>107 Приведите примеры минерализаторов.</p> <p>108 В чем заключается особенность метода температурного перепада?</p> <p>109 Назовите основной промышленный метод выращивания монокристаллов в гидротермальных условиях.</p> <p>110 Приведите примеры монокристаллов, выращиваемых методом температурного перепада.</p> <p>111 Каким образом реализуется перенос вещества при гидротермальном получении монокристаллов методом температурного перепада?</p> <p>112 Какие технологические показатели определяют кинетические условия выращивания монокристаллов?</p> <p>113 Какие металлы используют в качестве материала вкладышей для получения ферритов с требуемым катионным составом в гидротермальных условиях?</p>
--	--	--	---

		<p>114 Что происходит при увеличении степени заполнения автоклава выше 80 % в гидротермальных условиях при получении кристаллов?</p> <p>115 Как уменьшение соотношения площадей растворяемой поверхности и площади растущих поверхностей кристаллов влияет на скорость формирования кристалла в гидротермальных условиях?</p> <p>116 С какой целью при получении кристаллов в гидротермальных условиях используют примеси?</p> <p>117 Каким образом выбирают примеси при получении кристаллов в гидротермальных условиях?</p> <p>118 Как изменяется скорость роста кристаллов по мере повышения концентрации примесей в гидротермальных условиях?</p> <p>119 Что происходит с границей раздела «жидкость-газ» в сверхкритических условиях?</p> <p>120 Что такое сверхкритическое состояние вещества?</p> <p>121 Какие преимущества имеет гидротермальный способ получения наночастиц в сверхкритических условиях?</p> <p>122 Как называется состояние воды, при котором возможно многократно увеличивать растворимость малорастворимых и нелетучих неорганических соединений, формируя новые вещества не только в результате процессов растворения-осаждения, но и окислительно-восстановительных реакций гидротермального синтеза?</p> <p>123 Приведите примеры соединений, получаемых в сверхкритических гидротермальных условиях.</p> <p>124 Перечислить основные преимущества гидротермального метода получения наноматериалов.</p> <p>125 Перечислить основные недостатки гидротермального метода получения кристаллов.</p> <p>126 Что такое гетероэпитаксия?</p> <p>127 Какие характеристики кристаллов можно регулировать путём введения модифицирующих добавок в процессе гидротермального получения?</p> <p>128 По какому принципу выбираются зародышеобразующие добавки для гидротермального получения материала?</p> <p>129 Каким образом можно регулировать дисперсность наночастиц на стадии их гидротермального получения?</p> <p>130 Приведите примеры морфологии наночастиц, получаемых в гидротермальных условиях.</p> <p>131 Что такое сольвотермальный синтез?</p> <p>132 Приведите примеры веществ, получаемых сольвотермальным методом синтеза.</p> <p>133 К какому типу нанотехнологий относится метод гидротермального синтеза?</p> <p>134 Провести балансировку уравнения  <math display="block">\text{AgNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 = \text{Ag} + \text{CO}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{H}_4 = \text{N}_2 + \text{Ni} + \dots</math> <math display="block">\text{CuCl}_2 + \text{B}_2\text{H}_6 = \text{Cu} + \text{H}_3\text{BO}_3 + \dots</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PtCl}_6 + \text{HCOOH} = \text{CO}_2 + \text{Pt} + \dots</math> <math display="block">\text{HAuCl}_4 + \text{P} = \text{Au} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PdCl}_6 + \text{PH}_3 = \text{Pd} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \dots</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PdCl}_4 + \text{K}_2\text{S} = \text{Pd} + \text{SO}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HCOH} = \text{Fe} + \text{CO}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Ag} + \text{O}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 = \text{N}_2 + \text{Ni} + \dots</math> <math display="block">\text{CuCl}_2 + \text{LiBH}_4 = \text{Cu} + \text{H}_3\text{BO}_3</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PtCl}_6 + \text{CH}_3\text{OH} = \text{CO}_2 + \text{Pt} + \dots</math> <math display="block">\text{HAuCl}_4 + \text{CuCl} = \text{Au} + \text{CuCl}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PdCl}_6 + \text{SiH}_4 = \text{Pd} + \text{SiO}_2 + \dots</math> <math display="block">\text{H}_2\text{PdCl}_4 + \text{H}_2 = \text{Pd} + \text{H}_2\text{O} + \dots</math> <math display="block">\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Fe} + \text{SO}_2 + \dots</math></p> <p>135 Для следующих реакции рассчитать их потенциал, стандартную энергию Гиббса и константу равновесия. Значения потенциалов полуреакций нормированы на один электрон  <math display="block">\text{AgIO}_3 + \text{Hg} = \dots</math> <math display="block">\text{AgIO}_3 + \text{e} = \text{Ag} + \text{IO}_3^- \quad 0,354 \text{ В}</math></p>
--	--	--



Билет к контрольной работе № 1 состоит из 10 вопросов, которые распределены по темам следующим образом:  
 два вопроса по классификации химических методов получения наноматериалов; один вопрос по проблеме методу осаждения; два вопроса по аэрозольным технологиям; три вопроса по методу гидротермального синтеза; два задания по балансировке уравнений.

Пример билета к контрольной работе № 1

- 1 Какие виды классификаций методов получения наноматериалов предложены к настоящему времени?
- 2 Какое место химические методы получения занимают в классификации нанотехнологий?
- 3 Что такое скорость образования частиц?
- 4 Опишите принцип образования капель аэрозоля при механическом распылении.
- 5 Опишите процесс синтеза покрытий с использованием техники спрей-пиролиза.
- 6 Что такое гидротермальный синтез?

			<p>7 Напишите реакцию дегидратации в общем виде.</p> <p>8 Какие металлы используют в качестве материала вкладышей для получения ферритов с требуемым катионным составом в гидротермальных условиях?</p> <p>9 Провести балансировку уравнения <math>\text{AgNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 = \text{Ag} + \text{CO}_2 + \dots</math></p> <p>10 Для следующих реакции рассчитать их потенциал, стандартную энергию Гиббса и константу равновесия. Значения потенциалов полуреакций нормированы на один электрон</p> <p><math>\text{AgIO}_3 + \text{Hg} = \dots</math></p> <p><math>\text{AgIO}_3 + e = \text{Ag} + \text{IO}_3^- \quad 0,354 \text{ В}</math></p> <p><math>\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg} \quad 0,851 \text{ В}</math></p>
--	--	--	--

КМ2	Контрольная работа 2	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33	<p>1 Приведите блок-схему получения наноразмерного рения.</p> <p>2 Напишите уравнение реакция получения наноразмерного рения.</p> <p>3 К какой группе химических методов относится способ получения наноразмерного рения?</p> <p>4 В чём заключаются преимущества использования рения нанометровых размеров?</p> <p>5 Опишите области применения наноразмерного рения.</p> <p>6 Какой принцип лежит в основе процесса получения наноразмерного рения?</p> <p>7 Почему актуальна вторичная переработка рениевых отходов?</p> <p>8 Каким образом производится очистка рения от примесей в газофазном способе получения наноразмерного металла?</p> <p>9 Опишите способ газофазного получения наноразмерного рения.</p> <p>10 Приведите характеристики рения, полученного газофазным способом.</p> <p>11 К какому типу нанотехнологий относится способ получения наноразмерного рения?</p> <p>12 Какое свойство оксида рения обуславливает его использование в способе получения наноразмерного рения?</p> <p>13 При каких температуре, давлении, газовой среде проводится основная реакция получения наноразмерного рения газофазным способом?</p> <p>14 Какими способами можно получить наноразмерный рений?</p> <p>15 Нужна ли пассивация нанопорошка рения? Ответ обоснуйте.</p> <p>16 Какие исходные материалы используются для получения металл-углеродных нанокомпозитов методом ИК-пиролиза?</p> <p>17 Назовите наиболее распространенные полимеры, использующиеся в качестве прекурсоров углеродной матрицы при получении наноматериалов методом ИК-пиролиза.</p> <p>18 Что такое система сопряженных связей?</p> <p>19 Изобразите схему получения металл-углеродных нанокомпозитов методом ИК-пиролиза</p> <p>20 В чем заключается физическая сущность использования ИК-излучения в методе ИК-пиролиза?</p> <p>21 Назовите основные преимущества метода получения нанокомпозитов путем ИК-пиролиза.</p> <p>22 В какой атмосфере возможно проведение ИК-пиролиза для получения нанокомпозитов?</p> <p>23 Какие восстановители используются для получения наночастиц металла в методе ИК-пиролиза?</p> <p>24 Каким образом в ходе ИК-пиролиза в системе появляется восстановитель?</p> <p>25 Чем определяется температура начала восстановления металлов в методе ИК-пиролиза?</p> <p>26 Какими функциями распределения характеризуются размеры наночастиц в металл-углеродных нанокомпозитах, синтезированных методом ИК-пиролиза?</p> <p>27 Назовите существующие и потенциальные области применения металл-углеродных нанокомпозитов.</p> <p>28 Охарактеризуйте металл-углеродные нанокомпозиты, полученные методом ИК-пиролиза.</p> <p>29 Какое морфологическое строение имеют металл-углеродные нанокомпозиты, полученные методом ИК-пиролиза?</p> <p>30 К какому методу получения относится метод ИК-пиролиза согласно классификации химических методов?</p> <p>31 Каким путем добиваются равномерного распределения наночастиц в углеродной матрице?</p> <p>32 Почему при разных прекурсорах температура восстановления металлов отличается?</p> <p>33 Метод ИК-пиролиза – это усовершенствованный или вновь разработанный метод синтеза наноматериалов? Ответ обоснуйте.</p> <p>34 Как зафиксировать начало преобладания процессов коалесценции в формировании металлических наночастиц в методе ИК-пиролиза?</p> <p>35 Назовите две основные морфологические составляющие металл-углеродных нанокомпозитов.</p> <p>36 Какую роль играет углеродная матрица в металл-углеродных нанокомпозитах?</p>
-----	----------------------	-------------------------	--



			<p>37 Какое строение углеродной матрицы наиболее функционально в металл-углеродных нанокompозитах?</p> <p>38 Какова роль металла в металл-углеродных нанокompозитах?</p> <p>39 Опишите метод определения параметра решетки твердого раствора в наносостоянии по рентгенодифракционным данным.</p> <p>40 Каким образом можно доказать, что в металл-углеродном нанокompозите сформировался твердый раствор?</p> <p>41 Излучение какой длины волны используется в методе ИК-пиролиза для получения металл-углеродных нанокompозитов?</p> <p>42 При каких температурах проводится ИК-пиролиз при получении металл-углеродных нанокompозитов.</p> <p>43 С какой целью проводится предварительный отжиг в методе ИК-пиролиза?</p> <p>44 Каковы размеры морфологических составляющих в металл-углеродных нанокompозитах, полученных методом ИК-пиролиза?</p> <p>45 С какой целью проводится совместное растворение прекурсоров при получении металл-углеродных нанокompозитов методом ИК-пиролиза?</p> <p>46 Какие соединения используются в качестве прекурсоров для получения металлических наночастиц в методе ИК-пиролиза?</p> <p>47 Каким образом при синтезе металл-углеродных нанокompозитов в процессе ИК-пиролиза получается графитоподобная матрица?</p> <p>48 Какими методами возможно получение металл-углеродных нанокompозитов?</p> <p>49 Какие свойства металл-углеродных нанокompозитов делают актуальной их разработку и применение?</p> <p>50 Напишите основные уравнения реакций получения наноразмерного гафния.</p> <p>51 Опишите процесс получения наноразмерного гафния.</p> <p>52 Охарактеризуйте наноразмерный гафний как продукт магнетермического способа получения.</p> <p>53 Приведите блок-схему магнетермического способа получения наноразмерного гафния.</p> <p>54 Опишите области применения гафния.</p> <p>55 К какой группе химических методов относится магнетермический способ получения наноразмерного гафния?</p> <p>56 Какой принцип лежит в основе получения наноразмерного гафния?</p> <p>57 Что является сырьём в технологии магнетермического получения наноразмерного гафния?</p> <p>58 К какому типу нанотехнологий относится магнетермический метод получения наноразмерного гафния?</p> <p>59 Чем обусловлен выбор температуры процесса в магнетермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>60 Чем обусловлен выбор количества восстановителя в магнетермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>61 Чем обусловлен выбор количества солей гафния в прекурсорах в магнетермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>62 Чем обусловлен выбор магния в качестве восстановителя в магнетермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>63 С какой целью производится перемешивание ванны в магнетермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>64 В какой газовой среде проводится процесс магнетермического получения наноразмерного гафния?</p> <p>65 В какой агрегатной среде проводится процесс магнетермического получения наноразмерного гафния?</p> <p>66 Какие свойства гафния обуславливают его применение?</p> <p>67 Какие свойства гафния усложняют его получение и использование?</p> <p>68 В каких формах присутствует кислород в наноразмерном гафнии?</p> <p>69 Какие основные примеси содержатся в наноразмерном гафнии, полученном магнетермическим методом?</p> <p>70 Опишите процесс очистки наноразмерного гафния в магнетермическом методе получения?</p> <p>71 Опишите процесс формирования дисперсности в магнетермическом методе получения.</p> <p>72 С какой целью оксид магния переводится в хлорид в</p>
--	--	--	--

		<p>магнитермическом методе получения?</p> <p>73 Чем обусловлена продолжительность процесса в магнитермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>74 Какие приёмы, использованные в магнитермическом методе получения наноразмерного гафния, позволили достигнуть высокой дисперсности металла?</p> <p>75 Охарактеризуйте морфологию и дисперсность наноразмерного гафния, полученного магнитермическим методом?</p> <p>76 В каком температурном интервале возможна реакция магнитермического восстановления наноразмерного гафния?</p> <p>77 Какие соединения используются в качестве прекурсоров магнитермическом методе получения наноразмерного гафния?</p> <p>78 К каким результатам приводит кислотная обработка наноразмерного гафния после его получения магнитермическим методом?</p> <p>79 Напишите уравнение реакции, по которой можно рассчитать возможность получения гафния магнитермическим методом.</p> <p>80 Целесообразен ли учёт температурной зависимости теплоёмкости при расчёте энергии Гиббса реакции магнитермического восстановления гафния? Ответ обоснуйте.</p> <p>81 Чем обусловлено проведение процесса магнитермического получения наноразмерного гафния в среде KCl?</p> <p>82 Дайте определение методу химического осаждения из газовой фазы.</p> <p>83 Как CVD процесс классифицируется по давлению в системе?</p> <p>84 Перечислите основные методы инициации реакции в CVD процессе.</p> <p>85 Какие типы прекурсоров могут быть использованы в процессе химического осаждения из газовой фазы?</p> <p>86 Перечислите наиболее важные требования, предъявляемые к прекурсорам в методе химического осаждения из газовой фазы.</p> <p>87 Приведите классификацию видов реакторов, использующихся в CVD процессе, в чем основные отличия?</p> <p>88 Каким образом осуществляется контроль за расходом газа в ходе CVD процесса? Приведите расчетную формулу расхода газа.</p> <p>89 Какими параметрами можно осуществлять контроль конечного продукта, получаемого в результате CVD процесса (перечислите не менее 3).</p> <p>90 Какими способами можно обеспечить переход прекурсоров в газовую фазу?</p> <p>91 Какие этапы очистки проходит газовая фаза на выходе из реакционного объема?</p> <p>92 Приведите принципиальную схему протекания CVD процесса.</p> <p>93 Перечислите наиболее важные элементы установки для проведения CVD синтеза.</p> <p>94 Какой последовательности действий необходимо придерживаться для реализации методики атомно-слоевого осаждения?</p> <p>95 Какую газовую атмосферу нужно поддерживать в реакционном объеме при получении графена методом химического осаждения из газовой фазы?</p> <p>96 Какие материалы применяются в качестве подложек при выращивании графена методом химического осаждения из газовой фазы?</p> <p>97 Как осуществляется перенос графена с первоначальной подложки?</p> <p>98 Перечислите области применения графена.</p> <p>99 Опишите механизм роста углеродных нанотрубок при их получении CVD методом.</p> <p>100 Какие материалы применяются в качестве подложек при выращивании углеродных нанотрубок методом химического осаждения из газовой фазы?</p> <p>101 Перечислите области применения углеродных нанотрубок.</p> <p>102 Перечислите особенности проведения синтеза дисульфида молибдена методом химического осаждения из газовой фазы.</p> <p>103 Как повышение температуры серы сказывается на толщине кристаллов MoS<sub>2</sub>.</p> <p>104 Как изменяется вид кристаллов дисульфида молибдена в</p>
--	--	--

			<p>зависимости от их толщины при рассмотрении в оптический микроскоп?</p> <p>105 Как изменится спектр комбинационного рассеяния при переходе от трехслойного кристалла к однослойному?</p> <p>106 Перечислите области применения двумерных кристаллов дисульфида молибдена.</p> <p>107 Что такое двумерные гетероструктуры?</p> <p>108 Перечислите особенности CVD синтеза двумерных гетероструктур.</p> <p>109 Перечислите области применения двумерных гетероструктур дихалькогенидов переходных металлов.</p> <p>110 Приведите схему протекания процесса роста двумерных кристаллов методом газотранспортных реакций.</p> <p>111 Какова средняя длительность проведения синтеза двумерных кристаллов методом газотранспортных реакций?</p> <p>112 Какой материал чаще всего применяется для изготовления ампул?</p> <p>113 Перечислите несколько возможных применений графена, полученного химическим осаждением из газовой фазы.</p> <p>114 Что такое горение.</p> <p>115 Приведите примеры реакций горения с различными окислителями.</p> <p>116 Строение пламени свечи.</p> <p>117 Поведение пламени в условиях микрогравитации.</p> <p>118 Условие протекания реакции горения.</p> <p>119 Какие реакции могут проходить в режиме горения?</p> <p>120 Что такое макрокинетика?</p> <p>121 Условие стационарного протекания экзотермической реакции.</p> <p>122 Условие перехода экзотермической реакции в нестационарный режим.</p> <p>123 Что такое СВС?</p> <p>124 Как определить адиабатическую температуру горения?</p> <p>125 Преимущества и недостатки технологии СВС.</p> <p>126 Виды химических реакций СВС</p> <p>127 Приведите примеры реакций СВС из элементов</p> <p>128 Приведите примеры реакций СВС с химическими соединениями в качестве реагентов.</p> <p>129 Технологические типы СВС</p> <p>130 Принципы уменьшения размера кристаллитов продуктов СВС с исходными порошковыми реагентами</p> <p>131 За счет чего возможно подавление процессов рекристаллизации и агломерации зерен продуктов горения?</p> <p>132 За счет чего возможна активация продуктов СВС?</p> <p>133 Применение субмикрометровых и наноразмерных реагентов для измельчения продуктов СВС.</p> <p>134 Разбавление исходной шихты для измельчения продуктов СВС.</p> <p>135 Использование оксидов в качестве исходных реагентов для измельчения продуктов СВС.</p> <p>136 Применение газифицирующих добавок для измельчения продуктов СВС.</p> <p>137 Применение редокс-соединений и редокс-смесей для измельчения продуктов СВС.</p> <p>138 Газофазный СВС для получения нанопорошков.</p> <p>139 СВС-экструзия как способ получения изделий с наноразмерными элементами структуры.</p> <p>Билет к контрольной работе № 2 состоит из 10 вопросов, которые распределены по темам следующим образом:      один вопрос по получению наноразмерного рения; два вопроса по методу ИК-пиролиза; один вопроса по получению наноразмерного гафния; один вопрос по методу получения наноразмерного оксида церия; два вопроса по методам синтеза углеродных нанонаноматериалов; два вопроса по методу СВС; одно задание по балансировке уравнений.</p> <p>Пример билета к контрольной работе № 2</p>
--	--	--	--

			<p>1 Приведите блок-схему получения наноразмерного рения.  2 Дайте определение методу химического осаждения из газовой фазы.  3 Как осуществляется перенос графена, полученного методом химического осаждения из газовой фазы с первоначальной подложки?  4 Какие исходные материалы используются для получения металл-углеродных нанокмозитов методом ИК-пиролиза?  5 Почему в методе ИК-пиролиза при разных прекурсорах температура восстановления металлов отличается?  6 Напишите основные уравнения реакций получения наноразмерного гафния.  7 Какие свойства наноразмерного оксида церия обуславливают его применение?  8 Что такое горение?  9 Перечислите принципы уменьшения размера кристаллитов продуктов СВС с исходными порошковыми реагентами.  10 <math>Cl_2 + K_2CO_3 \rightarrow KCl + KClO_3 + CO_2</math>  <math>HNO_3_{конц.} + CuS \rightarrow S \downarrow + NO_2 \uparrow + Cu(NO_3)_2 + H_2O</math></p>
--	--	--	--

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание 1	ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-В1;ПК-3-В3	<p>Домашнее задание № 1 заключается в анализе обучающимся определённого химического метода получения наноматериалов по следующим вопросам:</p> <p>1 Изучить предложенную технологию  2 Определить, относится ли она к нанотехнологиям  3 Определить, к какой группе химических методов она относится</p> <p>Отчёт по Домашнему заданию № 1 оформляется в соответствии с нормативными документам на рабочую документацию.</p>
P2	Домашнее задание 2	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-У2;ПК-3-В3	<p>Домашнее задание № 2 заключается в литературном поиске, описании технологических особенностей и анализе химических методов получения наноструктурного композиционного материала по выбору обучающегося.</p> <p>Отчёт по Домашнему заданию № 2 оформляется в соответствии с нормативными документам на рабочую документацию.</p>

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

Экзамен по данной дисциплине не предусмотрен.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся по дисциплине:

Контрольная работа: «отлично» – 30 баллов, «хорошо» – 23 балла, «удовл» – 16 баллов

Домашняя работа: «отлично» – 20 баллов, «хорошо» – 16 баллов, «удовл» – 11 баллов

Реферат по пропущенным темам оценивается в 2 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.

Баллы по всем контрольным мероприятиям суммируются.

Оценка по дифференцированному зачёту выставляется:

"отлично", если обучающийся набрал в сумме 85 и более баллов;

"хорошо", если обучающийся набрал в сумме 70 - 84 балла;

"удовлетворительно", если обучающийся набрал в сумме 51 - 69 балла.

Оценка "незачёт" представляется, если обучающийся набрал в сумме менее 51 балла.

Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятий в течение всего семестра.

**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 национальный 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
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 Дмитрий Иванович, Левина Вера Васильевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна, 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. обработ. металлов', 'Наноматериалы', 'Стандартизация и сертификация'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л1.7	Блинков Игорь Викторович, Добаткин Сергей Владимирович, Кузнецов Денис Валерьевич, др.	Процессы получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.8	Душик Владимир Владимирович, Ракоч Александр Григорьевич, Лахоткин Ю. В., Гладкова Александра Александровна	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.9	Дзидзигури Элла Леонтьевна, Сидорова Елена Николаевна	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии (N 3511): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	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 национальный 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 национальный 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 Дмитрий Иванович, Левина Вера Васильевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	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 Элла Леонтьевна, Сидорова Елена Николаевна	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.6	Кулифеев Владимир Константинович, Тарасов Вадим Петрович, Кропачев Андрей Николаевич	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов. Физико-химические основы и технология получения редких, редкоземельных и радиоактивных металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. Metallургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Материаловедение и технологии материалов (N 3512): метод. указания к подготовке рефератов	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л3.2	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Современные проблемы нанотехнологий (N 4079): метод. указания	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2020
Л3.3	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Материаловедение и технологии материалов (N 3512): метод. указания к подготовке рефератов	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2019
Л3.4	Сидорова Елена Николаевна, Дзидзигури Элла Леонтьевна	Современные проблемы нанотехнологий (N 4079): метод. указания	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2020

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

Э1	Роснано	<a href="https://www.rusnano.com/">https://www.rusnano.com/</a>
----	---------	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

### 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
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.

### 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 аппаратурного оформления, а также реализации химических способов получения наноматериалов в промышленности в настоящее время.

Предусматриваются две контрольных 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