

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 15.05.2023 12:41:24
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

Алматинский филиал НИТУ "МИСИС"

Рабочая программа дисциплины (модуля) Процессы получения наночастиц и наноматериалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 48

часов на контроль 45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		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	48	48	48	48
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	144	144	144	144

Рабочая программа

Процессы получения наночастиц и наноматериалов

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, , утвержденного Ученым советом Алмалыкского филиала НИТУ "МИСИС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Заведующий кафедрой Кушнецов Денис Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Научить на базе знаний о явлениях, происходящих под воздействием температуры и давления в газовых, жидких и твёрдых средах, на границах раздела соответствующих фаз, основам физико-химического анализа процессов, протекающих при получении наночастиц и наноматериалов; владеть навыками анализа "биографического" наследования свойств наноматериалами в зависимости от условий их получения; научить студентов выбирать наиболее рациональные способы их получения для конкретных случаев практического применения наночастиц и наноматериалов в различных областях науки и техники
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.3	Методы математической физики	
2.1.4	Основы квантовой механики	
2.1.5	Теоретическая механика и основы теории упругости	
2.1.6	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.7	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.8	Физика	
2.1.9	Физическая химия	
2.1.10	Электротехника	
2.1.11	Математика	
2.1.12	Органическая химия	
2.1.13	Информатика	
2.1.14	Химия	
2.1.15	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Коллоидная химия	
2.2.2	Методы обработки статистических данных (анализ данных)	
2.2.3	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.2.4	Физика конденсированного состояния	
2.2.5	Размерные эффекты в наноструктурных материалах	
2.2.6	Физико-химия наносистем	
2.2.7	Физические свойства твердых тел	
2.2.8	Методы контроля и анализа веществ	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Знать:

ОПК-1-31 Основные способы получения наночастиц и наноматериалов
Физико-химические основы методов получения наноматериалов, в том числе композиционных

Уметь:

ОПК-1-У1 Анализировать связь между параметрами получения наночастиц и наноматериалов и их свойствами
Подбирать технологические параметры процесса производства наноструктурированных композиционных материалов
Составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты

Владеть:

ОПК-1-В1 Навыками анализа выбора оптимальных условий получения наночастиц и наноматериалов с заданными характеристиками состава и дисперсности.

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. Классификация процессов получения наночастиц. Физико-химические основы способов получения наноразмерных порошков (НП). Аттестация НП.							
1.1	Классификация процессов получения наночастиц и наноматериалов. Газофазный способ получения НЧ. Основные закономерности образования НЧ методом испарения и конденсации. Коагуляция и коалесценция НЧ. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.2	Плазменный переконденсационный способ получения НЧ. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.3	Плазмохимический метод получения НЧ /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.4	Осаждение НЧ из растворов, золь-гель, методы. Получение НЧ термическим разложением и восстановлением /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.5	Электровзрывной способ получения НЧ. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		

1.6	Механический способ получения НЧ. Механосинтез. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.7	Аттестация НЧ. Численное описание дисперсности НЧ. Сравнительные характеристики НЧ, полученных разными способами, “биографическое” наследование ими свойств в зависимости от способа получения /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
1.8	Основные закономерности образования НЧ методом испарения – конденсации. Расчет радиуса критического зародыша, скорости зародышеобразования. Расчёт избыточной свободной энергии наночастиц, связанной с повышенным значением удельной поверхности /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р1
1.9	Диагностика температурных условий при формировании наночастиц с использованием низкотемпературной плазмы. Расчёт температуры потока плазменного теплоносителя по спектральной интенсивности излучения возбуждённых атомов. Расчёт нагрева и испарения порошков исходных реагентов в плазменной струе при получении НЧ /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р2
1.10	Факторы, определяющие дисперсность, химический и фазовый состав НЧ, полученных плазменным методом. Определение выхода целевого продукта при плазменном получении НЧ. Т/д анализ химических превращений исходных реагентов при плазмохимическом получении НЧ /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р3

1.11	Определение параметров процесса получения НЧ осаждением из растворов и термическим разложением химических соединений /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р4
1.12	Определение параметров, характеризующих эффективность механического и электровзрывного способов получения НЧ. Определение предельного размера дробления кристаллических тел /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р5
1.13	Функции распределения частиц по размерам. Определения параметров распределения частиц по размерам /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р6
1.14	Контрольная работа /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно	КМ1	
1.15	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка контрольной работе по 1 разделу /Ср/	5	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э5	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
	Раздел 2. Фуллерены, углеродные и неуглеродные нанотрубки							
2.1	История открытия фуллеренов. Механизмы формирования фуллереновой структуры. Способы получения фуллеренов. Модифицированные производные фуллеренов /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Э2 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
2.2	Способы получения углеродных нанотрубок (С-НТ) (дуговой, лазерно-термический, пиролитический, каталитический). Механизмы роста С-НТ /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Э2 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		

2.3	Неуглеродные нанотрубки (Н-НТ). От С-НТ к Н-НТ. Методы синтеза Н-НТ /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Э2 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
2.4	Определение хиральности углеродных нанотрубок(С-НТ). Модельные представления об механизме формирования фуллеренов и С-НТ /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Э2 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р7
2.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. /Ср/	5	12	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Э2 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
	Раздел 3. Физико-химические основы получения объёмных консолидированных наноматериалов. Матричные наноматериалы. Термическая устойчивость наноструктуры.							
3.1	Классификация способов получения КНМ. Порошковые КНМ /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.2	Интенсивная пластическая деформация, как способ получения КНМ /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.3	Получение КНМ контролируемой кристаллизацией из аморфного состояния. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		

3.4	Наноразмерные пленки и покрытия, осаждаемые на подложке. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD). /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.5	Физическое осаждение из газовой фазы (PVD), электроосаждение наноструктурных покрытий и пленок /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.6	Способы получения наноматериалов с использованием неорганических и органических матриц. Влияние матрицы на свойства образующихся в ней наночастиц /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.7	Основные процессы в наноматериалах при термическом воздействии. Термическая устойчивость наноструктуры /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		
3.8	Наноразмерные пленки и покрытия. Определение работы и скорости образования зародышей при формировании наноструктурных покрытий. Параметры процессов, характеризующие получение порошковых объёмных наноматериалов /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно		Р8
3.9	Контрольная работа /Пр/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно	КМ2	

3.10	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе по 1 и 2 разделам. Написание реферата по темам 1, 2 и 3 разделов. Подготовка к экзамену. /Ср/	5	21	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э4	Электронные ресурсы Э1, Э2, Э4 и Э5 аналогичны литературе Л1.1, Л1.2, Л2.1 и Л2.2 соответственно	КМ3	
------	--	---	----	----------------------------------	----------------------	--	-----	--

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-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать поверхностную энергию грани 110 кристаллического твердого вещества, имеющего структуру ОЦК, приняв, что энергия одной разорванной связи равна 0.14 эВ, а период решетки равен ~ 2 . 2. Рассчитать поверхностную энергию грани 110 кристаллического твердого вещества, имеющего структуру ОЦК, приняв, что энергия одной разорванной связи равна 0.14 эВ, а период решетки равен ~ 2 . 3. Какие условия должны обеспечить min размер радиуса критического зародыша при формировании наночастиц из газовой фазы? 4. Почему в большинстве случаев при формировании наночастиц из газовой фазы их размер превышает радиус кристаллического зародыша? 5. Какие условия должны быть реализованы в конденсирующей системе, чтобы получить частицы по размеру, приближающиеся к критическому зародышу? 6. Объясните температурную зависимость скорости образования зародышей из газовой и жидкой фаз? 7. Что такое пересыщение газовой фазы при формировании наночастиц из пара? Как оно влияет на их размер? 8. Объясните почему и как средний размер частиц, их распределение по размеру зависят от следующих параметров метода конденсации в потоке: давления инертного газа, скорости потока инертного газа, используемого инертного газа? 9. Почему при использовании в качестве среды Ne полученные по методу Гена-Миллера наночастицы имеют меньший размер и более узкое распределение по размерам ,чем при использовании аргона? 10. Особенности плазменного получения наночастиц через процесс перекоденсации по сравнению с методом Гена Миллера. 11. Как средний размер наночастиц, полученных методом Гена-Миллера, их распределение по размерам зависят от давления инертного газа, скорости потока инертного газа, используемого инертного газа? Почему? 12. Как от реализуемого пересыщения в конденсационном методе получения наночастиц будет изменяться их дисперсность? Почему? 13. Как в конденсационном методе Гена-Миллера с увеличением температуры капли, изменяется дисперсность получаемых наночастиц? Почему? 14. Какие условия надо реализовать в конденсирующей системе, чтобы получить размеры частиц, приближающиеся к радиусу критического зародыша с минимальным его размером? 15. От каких параметров зависит температура электроразрядной плазмы, генерируемой в дуговом плазматроне постоянного тока? Что ограничивает перевод конденсированного вещества, введенного в плазму, в пар при получении наночастиц? 16. Чем и как определяется эффективность перевода в пар конденсированного вещества (порошка) при получении наночастиц

		<p>через процесс переконденсации с использованием плазмы?</p> <p>17. С использованием какого типа закалочного устройства и почему в плазменном методе через переконденсацию можно получить более высокую дисперсность наночастиц?</p> <p>18. С какой целью и как проводят пассивацию наночастиц, получаемых конденсационным методом из паро-газовой фазы?</p> <p>19. При плазмохимическом получении наночастиц вольфрама восстановлением его оксида водородом в плазме конечный продукт содержит около 6 % (масс.) кислорода. В чем причина низкой степени превращения исходного оксида в металл?</p> <p>20. Как от расхода исходного конденсированного вещества (порошка) будет зависеть дисперсность полученных наночастиц в процессах переконденсации с использованием плазмы?</p> <p>21. Рассчитайте скорость движения плазменной струи Ar-H₂ плазмы, имеющей температуру 20000 К и истекающей через анодное сопло Ø 6 мм. Расход исходного плазмообразующего газа равен 3 м³/ч, начальная температура газа 300 К. Будет ли скорость движения плазменной струи влиять на эффективность (полноту) восстановления MoO₃ в плазме? Почему?</p> <p>22. Всегда ли высокий уровень температур плазмы обеспечит высокий уровень выхода целевого нанодисперсного продукта плазменных реакций? В чем возможные причины неэффективной организации плазмохимических процессов с участием газовых и твердых исходных реагентов?</p> <p>23. В виде химических реакций опишите процессы происходящие с оксидом молибдена (MoO₃) на различных этапах плазмохимического восстановления его до нанодисперсного Mo.</p> <p>24. В виде химических реакций опишите процессы формирования наночастиц карбида бора (B₄C) при его получении в плазмохимическом процессе с участием BCl₃, CH₄ и H₂.</p> <p>25. Возможно ли получение наночастиц металлов из их хлоридов?</p> <p>26. Опишите особенности свойств наночастиц, полученных плазмохимическим методом.</p> <p>27. В виде химических реакций опишите процесс формирования наночастиц циркония (ZrN) в плазмохимическом процессе с участием ZrCl₄, N₂ и H₂ на разных стадиях его проведения.</p> <p>28. При использовании какого из азотирующих компонентов N₂ или NH₃ при плазмохимическом получении наночастиц нитрида циркония из парогазовой смеси ZrCl₄ + H₂ следует ожидать большего выхода целевого продукта? Почему?</p> <p>29. Какие изменения в фазовом составе, дисперсности, пирофорности нанопорошка карбида вольфрама, полученного плазмохимическим способом из парогазовой фазы WCl₆ + H₂ + CH₄, следует ожидать при использовании установок с газодинамическим способом закалки и закалки в трубчатом теплообменнике.</p> <p>30. При восстановлении WO₃ водородом в Ar-H₂ плазменной среде степень выхода НЧ металла составила 40%. В чем возможные причины этого?</p> <p>31. Как будет изменяться дисперсность НЧ железа, полученных плазменным методом через переконденсацию микронного порошка α-Fe, от расхода исходного сырья? (Приведите график). Возможно ли изменение фазового состава НЧ? Почему?</p> <p>32. На какой стадии плазмохимического процесса восстановления проявляется роль восстановителя (связывание окислителя). Почему? Возможно ли плазменное получение НЧ металлов из оксидов, хлоридов без участия восстановителя?</p> <p>33. В чем возможная причина непирофорности НЧ Mo, полученных пиролизом Mo(Co)₆ в плазме N₂ по отношению к нанопорошкам Mo того же размера, полученных в плазме H₂ восстановлением MoO₃?</p> <p>34. NbN имеет кубическую модификацию, устойчивую в области температур 1600-2500 К. При осуществлении синтеза НЧ нитрида ниобия на плазменной установке получали соотношения между низкотемпературной фазой NbN (гексагональная фаза) и высокотемпературной как 1:1. Использование другой установки той же мощности и тех же реагентов дало возможность получить</p>
--	--	---

		<p>выход кубической фазы 100%. В чем возможная разница в конструкциях установки? В чем причины наблюдаемого эффекта?</p> <p>35. Охарактеризуйте явления происходящие в разных зонах плазменного реактора при получении Cr из Cr₂O₃ в плазме H₂- Ar. Опишите их в виде химических реакций. Каким образом формируется конечный дисперсный состав целевого продукта?</p> <p>36. Охарактеризуйте возможные химические и фазовые превращения с исходными компонентами при плазмохимическом получении ZrN из парогазовой фазы ZrCl₄+N₂+H₂. Изменением каких параметров и как можно изменять дисперсность получаемого нитрида? Чем объяснить возможное появление в составе продуктов синтеза металлического циркония?</p> <p>37. В каком из двух режимов получения наночастиц металлов разложением растворов их азидов (расход раствора 1 г/с и 20 г/с) возможно получение более дисперсных наносистем и почему?</p> <p>38. Проведите сравнительный анализ получения частиц металлов химическим осаждением гидроксидов и последующим их восстановлением из растворов с плазменным через восстановление оксидов?</p> <p>39. Почему на кривой зависимости удельной поверхности продуктов дегидратации гидроксида Ni при получении НЧ NiO от температуры один тах, а на аналогичной кривой для продуктов дегидратации железа их два?</p> <p>40. Как от расхода карбонила молибдена Mo(CO)₆ будет изменяться дисперсность наночастиц, полученных его термическим разложением? Почему? Каким образом избежать в конденсированном продукте наличие свободного углерода?</p> <p>41. С использованием какого режима восстановления НЧ Fe₂O₃ может быть увеличена дисперсность продуктов восстановления?</p> <p>42. Почему дисперсность получаемых НЧ металла при восстановлении их гидроксидов выше, чем при восстановлении оксидов получившихся дегидратаций гидроксидов?</p> <p>43. Сформулируйте возможный механизм получения НЧ восстановлением из растворов.</p> <p>44. Какие возможности имеются для регулирования выхода и дисперсности нанопорошков при их получении из р-ров солей с помощью осадителей?</p> <p>45. С чем связано свойство пирофорности наночастиц металлов, получаемых с использованием плазмы? Почему это свойство менее характерно для наночастиц того же состава получающихся из растворов?</p> <p>46. От каких параметров зависит выход и дисперсность осаждаемого гидроксида в процессах его осаждения щелочами из растворов солей при получении НЧ оксидов и металлов? Дайте Ваши объяснения.</p> <p>47. Изменением каких параметров и почему можно регулировать дисперсность наночастиц металлов, получаемых осаждением гидроксидов из растворов и их последующим восстановлением?</p> <p>48. В чем разница процессов получения НЧ металлов путем восстановления осажденных из растворов гидроксидов и оксидов, полученных их дегидратацией? Как это сказывается на дисперсность полученных НЧ металла?</p> <p>49. Что следует предпринять для увеличения дисперсности полученных НЧ металлов при восстановлении из их растворов гидразином и тетрагидроборатом калия? В чем преимущество первого восстановления по отношению ко второму?</p> <p>50. Равновесный потенциал серебра E₀(Ag⁺/Ag)=-1,8 В. Окислительно-восстановительный потенциал в щелочной среде NaBH₄=-1,24 В, в кислой среде он равен -0,48 В. Будет ли и в какой среде происходить восстановление иона серебра тетрагидроборатом натрия?</p> <p>51. Равновесный потенциал меди E₀(Cu⁺/Cu_{мет.})=0,52 В. Окислительно-восстановительный потенциал NaBH₄ в щелочной среде равен -1,24 В, в кислой среде он равен -0,48 В. Будет ли и в какой среде восстанавливаться ион меди тетрагидроборатом натрия?</p> <p>52. Редокс - потенциал гидразина равен - 1,1 В. Будет ли происходить восстановление простого иона Cr⁺³ и иона Cr(OH)₆³⁻</p>
--	--	---

		<p>-, если их стандартные редокс – потенциалы равны - 0,56 В и -1,2 В соответственно?</p> <p>53. Как определить константу скорости диспергирования, зная максимально достигнутую в процессе измельчения площадь поверхности?</p> <p>54. Всегда ли с увеличением продолжительности измельчения можно достичь минимального размер частиц?</p> <p>55. Охарактеризуйте возможный механизм формирования частиц дисперсной фазы, при получении порошков электрическим взрывом проводников. Проявляются ли особенности этого механизма в свойствах порошка?</p> <p>56. Изменением каких параметров в методе получения наночастиц электрическим взрывом можно регулировать их дисперсность?</p> <p>57. Охарактеризуйте возможный механизм формирования частиц дисперсной фазы, при получении порошков электрическим взрывом проводников. При одной энергии, вкладываемой во взрывающейся проводник, при взрыве алюминия или титана будет формироваться более дисперсный порошок?</p> <p>58. Почему в азот-углеродной среде при взрыве проволоки из Al получается ALN и AL₄C₃, а при взрыве Ti только карбид титана?</p> <p>59. Как повысить эффективность метода механического измельчения для получения наносистем?</p> <p>60. С чем связана повышенная энергонасыщенность порошков, полученных механическим измельчением?</p> <p>61. Наночастицы железа получены способом электрического взрыва проводника и переконденсации в плазме. В чем возможное различие свойств получаемых продуктов? Дайте объяснение через описания возможных механизмов формирования наночастиц в том и другом методе?</p> <p>62. Каков механизм образования наночастиц, получаемых электровзрывным способом? Чем определяется присутствие в продуктах электрического взрыва проводника при получении НЧ метастабильных высокотемпературных фаз?</p> <p>63. Что такое псевдоаморфность наночастиц? С чем связана аморфизация дисперсного материала в процессе механического измельчения?</p> <p>64. По каким параметрам аттестуются наночастицы, получаемые различными способами? Дайте их определение.</p> <p>65. Как охарактеризовать размерные параметры наночастиц, получаемых различными способами?</p> <p>66. Что характеризует стандартное и стандартное геометрическое отклонение при анализе распределения по размерам наночастиц полученных различными способами?</p> <p>67. Что такое «наночастица» и «нанопорошок»? Идентичны ли эти понятия? Критерии отнесения частиц к наночастицам.</p> <p>68. При анализе дисперсности двух нанодисперсных систем, характеризующихся логарифмически-нормальным распределением, получено, что для 1-ой из них $\sigma = 0,84$ и $\mu = 43$ нм, для второй $\sigma = 0,97$ и $\mu = 57$ нм. Какая из исследованных нанодисперсных систем более монодисперсна? Какой диапазон размеров имеют 95% всего ансамбля частиц?</p> <p>69. При анализе дисперсности двух нанодисперсных систем, характеризующихся нормальным распределением, получено, что для 1-ой из них $\sigma = 0,5$ и $\mu = 20$ нм, для 2-ой $\sigma = 0,3$ и $\mu = 23$ нм. Какая из исследованных наносистем более монодисперсна? Какой диапазон размеров имеют 60% всех частиц?</p> <p>70. При анализе дисперсности двух нанодисперсных систем, характеризующихся логарифмически-нормальным распределением, получено, что для 1-ой из них $\sigma = 0,76$ и $\mu = 28$ нм, для 2-ой $\sigma = 0,95$ и $\mu = 23$ нм. Какая из исследованных наносистем более монодисперсна? Какой диапазон размеров имеют 60% всех частиц?</p> <p>71. Методом Гена-Миллера при использовании в качестве инертной среды Ag и He получены наночастицы Ni, характеризующиеся логарифмически-нормальным распределением с характеристиками дисперсности $\sigma = 0,78$, $\mu = 85$ нм и $\sigma = 0,93$ и $\mu = 43$ нм соответственно. Что можно сказать о возможном механизме формирования</p>
--	--	---

			<p>дисперсности, чем определяются ее различия?</p> <p>72. Методом плазменной переконденсации и осаждения из растворов получены наночастицы железа. Для первого случая их дисперсность характеризуется нормальным распределением ($\sigma=0,3$ и $\mu=10$ нм). Для второго логарифмически-нормальным распределением ($\sigma=0,75$ и $\mu=57$ нм). В чем возможные причины этих различий?</p> <p>73. На двух различных (по используемому способу закалки, обеспечивающему ее скорости) плазменных установках методом переконденсации получены наночастицы кобальта, дисперсность которых характеризуется величинами: $\sigma=0,71$, $\mu=100$ нм и $\sigma=0,1$, $\mu=20$ нм соответственно. В чем возможные причины различия характеристик дисперсности наночастиц железа? Какой из двух продуктов, по Вашему мнению, был получен на установке, оснащенной закалочным устройством, обеспечивающим большую скорости охлаждения?</p>
--	--	--	--

КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое эндоэдральные фуллерены? 2. Чем определяется устойчивость молекулы фуллерена C60? 3. Что такое фуллериды? К какой структуре соответствуют фуллериды состава A3C60? 4. Что такое фуллериды? К какой структуре соответствуют фуллериды состава AC60? 5. Что такое фуллериды щелочных металлов? К какой структуре соответствуют фуллериды состава A2C60? 6. Что такое углеродные нанотрубы? Чем определяется их хиральность? 7. Что такое хиральность УНТ? Как она обозначается? Какие формы УНТ по этому их свойству можно выделить? 8. Опишите возможный механизм получения УНТ методом каталитического пиролиза углеводородов? 9. Как повысить эффективность каталитического получения УНТ разложением углеводородов на поверхности катализатора с учетом того, что катализатор со временем дезактивируется? 10. Как отделить УНТ от примесей в виде других форм углерода? Можно ли открыть концы нанотрубок для их последующего инкапсулирования? 11. Что такое фуллерены, фуллериты, фуллериды? Обозначают ли эти термины одно состояние углерода? 12. На графеновой плоскости обозначен вектор C, задающий хиральность формирующейся УНТ. Определить ее диаметр? 13. Хиральность УНТ диаметром 5 нм задается углом между направлением сворачивания УНТ и направлениями, в котором соседние шестиугольники имеют общую сторону, равным 20 о .Определить ее индексы хиральности на графеновой плоскости. 14. Какой принцип используется для очистки УНТ от других продуктов синтеза? Чем он отличается от принципа очистки фуллеренов? 15. Концы УНТ обычно закрыты полусферическими или коническими "шапочками". В каком случае раскрытие НТ будет облегчено? Почему? Как осуществляется этот процесс? 16. На графеновой плоскости обозначен вектор, задающий хиральность формирующейся УНТ. К какому типу НТ она относится? Определить ее диаметр. 17. В чем преимущество использования CF4 и H2 по сравнению с He при получении УНТ распылением графита в электрической дуге? 18. Какой из эндоэдральных фуллеренов C60Na или C60V будет более устойчив при последовательном отрыве фрагментов C2? Почему? 19. С чем может быть связана дефектность фуллеритов AC60 и A3C60? 20. Какой из фуллеритов AC60 и A2C60 имеет наибольшую вероятность образования? Почему ? 21. Чем зародышеобразование на поверхности подложки при PVD процессе формирования наноструктурных покрытий отличается от гомогенного зародыше- образования в объеме газовой фазы? 22. Как отличаются величины энергий образования зародышей при формировании наночастиц в объеме газовой фазы и покрытия на подложке? 23. Опишите возможную модель формирования слоя наноструктурного PVD покрытия на подложке? 24. Какие элементарные процессы характеризуют поведение атома, сталкивающегося с подложкой при физическом осаждении покрытий? Через какие параметры их можно описать? 25. Какие ограничения на состав формируемого наноструктурного PVD покрытия может оказать стадия распыления мишени? 26. Опишите процессы начальных стадий формирования сплошного слоя наноструктурных покрытий методом PVD. 27. На что влияет при реализации метода PVD наноструктурных покрытий различные способы распыления материала мишени? 28. Какое условие должно выполняться при напылении наноструктурного покрытия состава MeX при распылении соединения MeX? 29. Рассчитайте парциальное давление компонентов C и D в
-----	-----------------------	----------------------------	---

		<p>газовой фазе при нанесении покрытия сплава С3 Д4 в предположении, что сплав С3 Д4 относится к «идеальным» сплавам.</p> <p>30. Охарактеризуйте зависимость коэффициента распыления мишени от энергии распыляемых ионов при нанесении наноструктурных покрытий.</p> <p>31. Какое давление паров испаряемого вещества на испарителе считается максимально допустимым при вакуумном осаждении наноструктурных покрытий? Почему?</p> <p>32. Как масса и поток испаряемого вещества, масса конденсируемого вещества связаны с условиями процесса PVD наноструктурных покрытий?</p> <p>33. От каких условий процесса PVD зависят давление испарения, давление конденсации, пересыщение пара осаждаемого вещества?</p> <p>34. Что такое кинетический и диффузионный режимы нанесения CVD покрытий?</p> <p>35. Чем объясняется высокая пористость CVD покрытий при превышении некоторой температуры их формирования на подложке?</p> <p>36. Виды наноструктурных материалов и особенности объемных наноматериалов. Методы получения объемных наноматериалов.</p> <p>37. Является ли размерный фактор основным для определения наноматериалов?</p> <p>38. Может ли субзеренная структура считаться наноструктурной? Почему?</p> <p>39. Как изменяется зависимость усадки нанопорошков при изотермической выдержке? Почему?</p> <p>40. Будет ли разным характер усадки прессовок нанопорошков, спрессованных при разных давлениях?</p> <p>41. Как продолжительность спекания будет влиять на прочность спеченных наноматериалов? Будет ли среда спекания влиять на плотность спеченных наноматериалов? Почему?</p> <p>42. С чем связано затухание интенсивности спекания в районе «шейки» по мере увеличения продолжительности процесса усадки?</p> <p>43. Каков механизм диффузии при спекании нанопорошков на стадии усадки изолированных пор? К какой гипотетической структуре спеченного порошкового материала может привести реализации этого механизма?</p> <p>44. Какова причина разрушения прессовок из нанопорошков при их получении из-за превышения оптимального уровня давления прессования? Какова причина разрушения прессовок при их получении из-за недостаточной величины давления прессования?</p> <p>45. С чем может быть связана неравномерная плотность прессовки из нанопорошков при формировании порошковой заготовки?</p> <p>46. Каков характер усадки прессовок у нанопорошков (изобразить графически) при изотермической выдержке?</p> <p>47. Будет ли на зависимость усадки прессовок и как влиять величина давления прессованию? (изобразить графически) Почему?</p> <p>48. Что является движущей силой спекания? Как она (они) зависят от дисперсности частиц? Почему?</p> <p>49. Что такое межчастичная собирательная рекристаллизация? К какой структуре порошкового материала в пределе она может привести? Ограничивает ли этот процесс получение мелкозернистой структуры при спекании нанопорошков?</p> <p>50. Что является движущей силой межчастичной собирательной рекристаллизации? Какое правило определяет рост одних зерен за счет других?</p> <p>51. Каким образом и почему будет (не будет) определяться направление переноса вещества через газовую фазу при спекании?</p> <p>52. Каким образом и почему будет (не будет) отличаться концентрация вакансий на межфазной границе спекаемых частиц? Будет ли это влиять на диффузионный транспорт вещества при спекании?</p> <p>53. Какими свойствами порошка характеризуется прессуемость? Как это свойство нанопорошков отличается от субмикронных порошков?</p>
--	--	---

			<p>54. Что такое упругое последствие прессовки? К каким последствиям может привести её значительная величина?</p> <p>55. Какие виды прессования являются предпочтительными для нанопорошков? Почему?</p> <p>56. Как рассчитать навеску порошка для заполнения прессформы? От каких свойств порошка зависит стабильность её заполнения? Какие факторы необходимо контролировать при заполнении прессформы?</p> <p>57. Равномерно ли распределено давление в прессформе при прессовании нанопорошков? Приведите эпюру его распределения.</p> <p>58. В чем особенности структуры наноматериалов, полученных методом интенсивной пластической деформации?</p> <p>59. Условия достижения больших пластических деформаций приводящих к формированию нано-и субмикроструктурных состояний.</p> <p>60. Методы получения металлических аморфных сплавов. Основные технологические параметры их производства и последующего перевода в наносостояние.</p> <p>61. Виды интенсивной пластической деформации для достижения нано-и субмикроструктурных состояний и их особенности.</p> <p>62. Сущность равноканального углового прессования и его основные параметры.</p>
КМЗ	Реферат	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<p>Список тем рефератов по учебному курсу «Процессы получения наночастиц и наноматериалов»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наноматериалы в солнечной энергетике. 2. Композиционные наноструктурные материалы с неорганической матрицей. 3. Композиционные наноструктурные материалы с органической матрицей. 4. Металлические наностержни, нанопроволоки – получение, свойства, применение. 5. Аналитическая техника для аттестации наноматериалов. 6. Наноматериалы в медицине. 7. Наноструктурные пленки и покрытия. 8. Использование нанодисперсных порошков. 9. Конструкционные наноматериалы. 10. Наносистемы и катализ. 11. Применение углеродных нанотрубок в материаловедении. 12. Применение углеродных нанотрубок в электронике. 13. Практическое применение фуллеренов. 14. Наноматериалы в косметологии. 15. Технологии порошковой металлургии для получения наноструктурных материалов. 16. Наноматериалы в автомобилестроении. 17. Безопасность жизнедеятельности и экологии при использовании наноматериалов. 18. Использование наноматериалов в аэрокосмической отрасли. 19. Наноматериалы в водородной энергетике.
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	Практическая работа № 1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Основные закономерности образования НЧ методом испарения – конденсации. Расчет радиуса критического зародыша, скорости зародышеобразования. Расчёт избыточной свободной энергии наночастиц, связанной с повышенным значением удельной поверхности
P2	Практическая работа № 2	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Диагностика температурных условий при формировании наночастиц с использованием низкотемпературной плазмы. Расчёт температуры потока плазменного теплоносителя по спектральной интенсивности излучения возбуждённых атомов. Расчёт нагрева и испарения порошков исходных реагентов в плазменной струе при получении НЧ

P3	Практическая работа № 3	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Факторы, определяющие дисперсность, химический и фазовый состав НЧ, полученных плазменным методом. Определение выхода целевого продукта при плазменном получении НЧ. Т/д анализ химических превращений исходных реагентов при плазмохимическом получении НЧ
P4	Практическая работа № 4	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Определение параметров процесса получения НЧ осаждением из растворов и термическим разложением химических соединений
P5	Практическая работа № 5	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Определение параметров, характеризующих эффективность механического и электровзрывного способов получения НЧ. Определение предельного размера дробления кристаллических тел.
P6	Практическая работа № 6	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Функции распределения частиц по размерам. Определения параметров распределения частиц по размерам.
P7	Практическая работа № 7	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Определение хиральности углеродных нанотрубок(С-НТ). Модельные представления об механизме формирования фуллеренов и С-НТ
P8	Практическая работа № 8	ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	Наноразмерные пленки и покрытия. Определение работы и скорости образования зародышей при формировании наноструктурных покрытий. Параметры процессов, характеризующие получение порошковых объёмных наноматериалов

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

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов.

1,2 и 3 вопрос - по разделу №1 "Классификация процессов получения наночастиц. Физико-химические основы способов получения наноразмерных порошков (НП). Аттестация НП"

4 вопрос - по разделу №2 "Фуллерены, углеродные и неуглеродные нанотрубки"

5 вопрос - по разделу №3 "Физико-химические основы получения объёмных консолидированных наноматериалов.

Матричные наноматериалы. Термическая устойчивость наноструктуры."

Вопросы могут быть как теоретическими, так и расчетными.

Задачи в билетах являются типовыми, и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Билеты хранятся на кафедре. В приложении приведены типовые экзаменационные билеты.

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Оценка «отлично» - даны правильные ответы на 5 вопросов в экзаменационном билете.

Оценка «хорошо» - даны правильные ответы на 4 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «удовлетворительно» - даны правильные ответы на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «неудовлетворительно» - даны правильные ответы менее чем на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился или не выполнил текущие контрольные мероприятия и выдаваемые преподавателем расчетные задания.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Блинков И. В., Елютин В. П.	Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Разд.: Физико-химия ультрадисперсных систем: Курс лекций для студ. спец. 11.04	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990
Л1.2	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

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Анциферов В. Н., Бездудный Ф. Ф., Белянчиков Л. Н., др., Карабасов Ю. С.	Новые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л2.2	Блинков И. В., Манухин А. В.	Нанодисперсные и гранулированные материалы, полученные в импульсной плазме	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	№346 Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Разд.: Физико-химия ультрадисперсных систем / Курс Лекций / Блинков И.В., Москва, 1990. Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4279	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4279
Э2	№1793 Ультрадисперсные системы: получение, свойства, применение: учеб. пособие. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л., М.: МИСиС, 2003, 182 с. Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3025	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=3025
Э3	№1253 Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрористаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. Уч. пособие, Добаткин С.В. М.: МИСиС, 2007, 36 с. Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5043	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5043
Э4	Новые материалы: науч. издание, Анциферов В.Н., 2002 М.: МИСиС. 736 с. Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8406	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8406
Э5	Нанодисперсные и гранулированные материалы, полученные в импульсной плазме: науч. издание. Блинков И.В. М.: МИСиС, 2005, 368 с. Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8404	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8404

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.3	WinRAR

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами знаний о явлениях, происходящих под воздействием температуры и давления в газовых, жидких и твёрдых средах, на границах раздела соответствующих фаз, основам физико-химического анализа процессов, протекающих при получении наночастиц и наноматериалов. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения задач, а также самостоятельного выполнения заданий.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);

- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.

Усвоение дисциплины 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 аттестации.

1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.

2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.

3. В самостоятельной работе при проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует учебные пособия, опорные конспекты.

4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и лекциях, контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.