

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Нanomатериалы

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 **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 76

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:
экзамен 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

дтн, профессор, Левина В.В.; ассистент, Колесников Е.А.

Рабочая программа

Наноматериалы

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 17.06.2020 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины - изучить основные физико-химические процессы формирования наносистем, оказывающие определяющее влияние на структуру и свойства наноразмерных материалов; зависимость между поверхностными и объемными свойствами наноматериалов; основные физико-химические закономерности фазовых превращений в наносистемах; влияние размерного фактора на свойства наноматериалов, области их применения в настоящее время и в перспективе.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.16
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Материаловедение	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Металловедение инновационных материалов	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.7	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.10	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.11	Разработка новых материалов	
2.1.12	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.13	Физика диэлектриков	
2.1.14	Физика полупроводников	
2.1.15	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.16	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.17	Компьютеризация эксперимента	
2.1.18	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.19	Материалы наукоемких технологий	
2.1.20	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.21	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.22	Планирование научного эксперимента	
2.1.23	Современные проблемы материаловедения	
2.1.24	Теория поверхностных явлений	
2.1.25	Теория симметрии	
2.1.26	Электроника	
2.1.27	Кристаллография	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.2	Композиционные материалы	
2.2.3	Конструирование композиционных материалов	
2.2.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.10	Специальные сплавы	
2.2.11	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.2.12	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.2.13	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.2.14	Биофизика	
2.2.15	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	

2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.19	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.20	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.21	Основы научно-технического перевода
2.2.22	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.23	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.24	Технология получения кристаллов
2.2.25	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.26	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.27	Функциональные наноматериалы
2.2.28	Химия и технология полимерных материалов
2.2.29	Биоорганическая химия
2.2.30	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.31	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.32	Квантовая теория твердого тела
2.2.33	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.34	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.35	Методы непараметрической статистики
2.2.36	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.37	Объемные наноматериалы
2.2.38	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.39	Структура и технологичность сплавов
2.2.40	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.41	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.42	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.43	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.44	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.45	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.46	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.47	Менеджмент качества
2.2.48	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.49	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.50	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.51	Методология научных исследований
2.2.52	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.53	Основы клеточной биологии
2.2.54	Оформление результатов научной деятельности
2.2.55	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.56	Симметрия наносистем
2.2.57	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.58	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.59	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.60	Управление коллективами
2.2.61	Управление проектами
2.2.62	Химические основы биологических процессов
2.2.63	Цифровое материаловедение
2.2.64	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.65	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.66	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.67	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.68	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.69	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.70	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.71	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.72	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 Особенности наноструктурного состояния вещества. Классификацию наноразмерных объектов и способы сбора, изучения и анализа научно-технической информации по тематике. Причинно-следственные связи и физико-химические основы конструирования нанобъектов разной структуры. Основные методы исследования и аналитических расчетов в области материаловедения наноструктур и наноматериалов

Уметь:

ПК-1-У1 Отличать аморфные, кристаллические и нанокристаллические состояния вещества. Собирать, изучать и анализировать информацию по способам формирования, свойствам и областям применения нанобъектов. Уметь применять на практике знания основ формирования наносистем. Проводить комплексные исследования и аналитические расчеты в области наноматериаловедения и технологии материалов

Владеть:

ПК-1-В1 Методами обработки поверхности наноструктур, позволяющими сохранять ее свойства. Методикой сбора и анализа информации по формированию нуль-, одно- и двумерных наноструктур. Способами регулирования параметров процессов получения наноматериалов с заданными свойствами. Физико-химическими методами исследования процессов получения материалов и определения их размерных характеристик

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. Физическая химия твердых поверхностей							
1.1	Особенности наноструктурного состояния вещества. Классификация наноразмерных объектов. Связь между аморфным, кристаллическим, жидким и нанокристаллическим состоянием. Различия свойств вещества на поверхности раздела и в объеме. Анизотропия поверхностной энергии. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях. /Лек/	7	4	ПК-1-31	Л1.1Л2.1			Р1

1.2	Химический потенциал как функция кривизны поверхности. Процесс Оствальда. Поверхностная энергия. Реконструкция и релаксация поверхностей. Электрический потенциал вблизи твердой поверхности. Обработка поверхности и условия сохранения ее свойств. Электростатическая стабилизация. Пространственная стабилизация. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1			P1
1.3	Расчет поверхностной энергии отдельных граней в нанокристаллах /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л1.1Л2.1Л3.1			P1
1.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашней расчетно-графической работы. /Ср/	7	16	ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1			P1
	Раздел 2. Процессы зародышеобразования							
2.1	Образование нульмерных наноструктурных материалов путем гомогенного и гетерогенного зародышеобразования /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л3.1			P2
2.2	Физико-химия образования одномерных структур: нанопроволок и наностержней. Классификация. Методы формирования. Самопроизвольный рост одномерных структур. Методы испарения-конденсации, растворения-осаждения, пар (раствор) – жидкость-твердое /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л3.1			P2
2.3	Физико-химические закономерности формирования двумерных наноструктур: тонких пленок. Механизмы роста пленок. Закономерности образования монокристаллических, аморфных и поликристаллических пленок. Эпитаксия. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1			P2

2.4	Механизмы роста зародышей. Рост зародышей, контролируемый диффузией. Рост зародышей, контролируемый поверхностным процессом. /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л1.1Л3.1			Р2
2.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашней расчетно-графической работы. /Ср/	7	16	ПК-1-В1	Л1.1Л3.1			Р2
	Раздел 3. Способы получения наноматериалов							
3.1	Получение наноматериалов методами механического диспергирования; механоактивация, размол, детонационный синтез, ударная волна и интенсивной пластической деформации. Получение наноматериалов физическими методами. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ1	Р3
3.2	Методы химического диспергирования. Получение наноматериалов с использованием химических реакций: :методы осаждения и соосаждения, золь-гель метод, пиролиз, гетерофазное взаимодействие, газофазные химические реакции, гидротермальный способ электрохимические методы получения наноматериалов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ1	Р3
3.3	Биологические подходы к получению наноматериалов /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ1	Р3
3.4	Анализ влияния пространственной стабилизации на дисперсность частиц в ходе гомогенного зародышеобразования: 1- анализ дисперсности гидроксида, полученного в стандартных условиях и 2 - в присутствии ПАВ. /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л3.1		КМ1	Р3
3.5	Оценка окислительно-восстановительных свойств газовой фазы в процессах получения наноразмерных систем. /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л1.1		КМ1	Р3

3.6	Расчет кинетических характеристик дегидратации кислородсодержащих наносистем /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л3.1		КМ1	Р3
3.7	Расчет процессов металлизации наноразмерных оксидных систем /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л3.1		КМ1	Р3
3.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашней расчетно-графической работы. /Ср/	7	16	ПК-1-В1	Л1.1		КМ1	Р3
	Раздел 4. Термодинамические и структурные особенности наносистем							
4.1	Особенности термодинамических свойств наносред. Изменения фазовых равновесий, температуры плавления и полиморфных превращений в наноматериалах. Зависимость периода решетки от размеров материала. Дефекты и микроискажения кристаллической решетки в наноматериалах. Дисперсность, границы зерен, морфология наноматериалов /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1			Р4
	Раздел 5. Методы исследования наноматериалов							
5.1	Характеристики дисперсности, элементного и фазового составов, исследование поверхности наносистем. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ2	Р5
5.2	Расчет по электронно-микроскопическим данным размеров наноразмерных частиц и их распределения /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л3.1Л2.2		КМ2	Р5
5.3	Расчет среднего размера частиц по адсорбционным данным /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л1.1 Л3.1		КМ2	Р5
5.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашней расчетно-графической работы. /Ср/	7	14	ПК-1-В1	Л1.1Л2.2		КМ2	Р5

	Раздел 6. Физико-химические свойства наносистем и области их применения							
6.1	Классические и квантовые эффекты в наноматериалах. Электрические свойства наноматериалов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ3	Р6
6.2	Ферромагнитные характеристики наноматериалов. Однодоменное состояние вещества. Суперпарамагнетизм наночастиц. Размерная зависимость коэрцитивной силы и намагниченности насыщения в наноразмерных ферромагнетиках. Размерные зависимости температуры Кюри /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ3	Р6
6.3	Особенности тепловых и оптических свойств наноматериалов. Размерная зависимость теплоемкости, теплопроводности и температуры Дебая в наносредах /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ3	Р6
6.4	Оптические свойства нанодисперсных сред. Диффузионные и химические процессы в наноматериалах. Катализ и окислительные процессы в наносредах /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ3	Р6
6.5	Механические свойства наноматериалов /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1		КМ3	Р6
6.6	Применение наноматериалов в различных аспектах промышленности, сельского хозяйства, науки и техники. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.1		КМ3	Р6
6.7	Влияние поверхностных свойств на каталитическую активность материалов химических процессах. /Пр/	7	4	ПК-1-У1	Л1.1Л2.1		КМ3	Р6
6.8	Роль поверхности наноматериалов в создании функциональных материалов нового поколения /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1		КМ3	Р6
6.9	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашней расчетно-графической работы. /Ср/	7	14	ПК-1-В1	Л1.1Л2.1		КМ3	Р6

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	Контрольное мероприятие №1	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение понятия «Наноматериалы» 2. Как связаны понятия «наноматериалы» и «нанотехнологии»? 3. В чем заключаются особенности наноразмерного состояния вещества? 4. В чем заключается классификация нанообъектов по мерности? 5. В чем заключается классификация наноразмерных объектов по агрегатному состоянию фаз? 6. Как классифицируют технические приемы, используемые для формирования наноматериалов? 7. В чем заключается связь между аморфным, кристаллическим и нанокристаллическим состояниями вещества? 8. Почему свойства вещества на поверхности и в объеме различаются? 9. Дайте определение поверхностной энергии. 10. В чем причина анизотропии поверхности наноматериалов? 11. Каким образом можно понизить поверхностную энергию вещества? 12. Что описывает уравнение Юнга-Лапласа? 13. Каким образом зависит химический потенциал от кривизны поверхности? 14. В чем заключается механизм Оствальда? 15. Какую роль играет процесс Оствальда в синтезе наноматериалов? 16. Какие существуют способы стабилизации поверхности малых частиц? 17. Для каких систем выведено уравнение Нернста? Какую физическую величину он позволяет определить? 18. Приведите примеры электростатической стабилизации наночастиц. 19. Опишите механизмы реконструкции и релаксации поверхности в наноразмерных частицах. 20. Опишите механизм пространственной стабилизации 21. Какова структура двойного электрического слоя электрического потенциала вблизи твердой поверхности? 22. Какие силы действуют между частицами? 23. Приведите примеры пространственной стабилизации наночастиц. 24. В чем заключается различие между «сильным» и «слабым» растворителями? 25. Что означает термин «Смешанная стабилизация»? 26. Какие вещества используются в пространственной стабилизации? 27. Назовите механизмы формирования наноразмерных систем. 28. Что означает термин «гомогенное зародышеобразование»? 29. Условия появления новой фазы в системе. 30. Что является движущей силой при образовании иросте зародыше? 31. Как меняется свободная энергия Гиббса при изменении концентрации раствора? 32. Покажите схему изменения свободной энергии поверхностной энергии и общей свободной энергии 33. Напишите формулы для определения критического размера зародыша и энергетического барьера зародышеобразования. 34. Покажите схематически, как влияет температура на свободную энергию сферических зародышей с разными радиусами

		<p>35.Проиллюстрируйте схему процесса зародышеобразования и последующего роста частицы.</p> <p>36.Механизмы роста зародышей. Рост зародышей, контролируемый диффузией. Рост зародышей, контролируемый поверхностным процессом.</p> <p>37.. Какие факторы определяют скорость возникновения зародышей?</p> <p>38.. Из каких составляющих складывается величина свободной энергии Гиббса при зарождении новой фазы?</p> <p>39. Какие факторы определяют размер частиц новой фазы в ходе зародышеобразования?</p> <p>40. Гетерогенное зародышеобразование нульмерных наночастиц.</p> <p>41. Составляющие энергии Гиббса при гетерогенном зарождении новой фазы.</p> <p>42.Различия при гомогенном и гетерогенном зародышеобразовании</p> <p>43. Кинетические ограничения при синтезе наночастиц.</p> <p>44. Контролируемый рост зародышей</p> <p>45..Подходы к синтезу монодисперсных частиц</p> <p>46.В чем состоит различие между гомогенным и гетерогенным зародышеобразованием нульмерных наночастиц?</p> <p>47.Приведите схему процесса гетерогенного зародышеобразования.</p> <p>48.. Как влияет на дисперсность образующейся фазы разница энергий Гиббса старой и новой фаз?</p> <p>49.Какие факторы могут облегчить гетерогенное зародышеобразование?</p> <p>50. Варианты роста нульмерных зародышей.</p> <p>51. Физико-химия образования одномерных наноструктур: нанопроволок и наностержней. Классификация одномерных структур.</p> <p>52. Методы формирования одномерных наноструктур: самопроизвольный рост одномерных структур;</p> <p>53. Методы испарения-конденсации; рост из пара (или раствора) через жидкое состояние.</p> <p>54. Этапы роста одномерных наноструктур (привести схему)</p> <p>55. Лимитирующие стадии процесса роста одномерных наноструктур.</p> <p>56. Приведите уравнение, описывающее скорость роста одномерных наноструктур, когда лимитирующей стадией является скорость конденсации.</p> <p>57. Приведите схему зависимости скорости роста частицы от концентрации частиц</p> <p>58. Приведите формулу, описывающую время нахождения зародышей на поверхности.</p> <p>59. Чему равен коэффициент поверхностной диффузии зародыша</p> <p>60. Как зависит средний диффузионный путь частицы от места столкновения с поверхностью до центра роста?</p> <p>61. Перечислите механизмы роста одномерных наноструктур на плоской поверхности.</p> <p>62. Теория периодических цепных связей (ПЦС) Хартмана.</p> <p>63.Опишите классическую теорию ступенчатого роста (теория КСВ).</p> <p>64. Теория диффузии дислокаций.</p> <p>65. Рост одномерных наноструктур в процессах растворения-осаждения.</p> <p>66. Гидротермический рост одномерных наноструктур.</p> <p>67.Рост одномерных наноструктур в процессах пар(раствор)-жидкость-твердое: (ПЖТ) или (РЖТ)</p> <p>68. Физико-химические закономерности формирования двумерных наноструктур – тонких пленок (методы выращивания пленок).</p> <p>69.Механизмы роста пленок: островковый, слоевой, островково-слоевой.</p> <p>70..Приведите схему основных вариантов зародышеобразования, происходящих при росте пленок.(механизмы Фольмера-Вебера.Ван дер Мерве,Странски–</p>
--	--	--

			<p>Крастанова)</p> <p>71. Опишите различия в механизмах роста пленок по разным вариантам.</p> <p>72. Приведите формулы для расчета критического размера зародыша и соответствующего ему критического барьера.</p> <p>73. Опишите закономерности образования монокристаллических, аморфных и поликристаллических пленок.</p> <p>74. Приведите определение понятию «Эпитаксия».</p> <p>75. Гомоэпитаксиальный и гетероэпитаксиальный рост пленок</p> <p>76. Различия в зародышеобразовании нульмерных и двумерных нанчастиц.</p> <p>77. Приведите выражение, определяющее «неудачную» решетку».</p> <p>78. Чему равна энергия напряжения в напряженной пленке</p>
--	--	--	---

КМ2	Контрольное мероприятие №2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1.Насколько правомерно использование давления Лапласа для объяснения размерных эффектов твердых тел? 2. При каких условиях могут находиться в равновесии фазы, разделенные поверхность с ненулевой кривизной? 3. Как меняется величина температуры плавления материала при переходе в наноразмерную область? 4. По какой формуле оценивают изменение температуры плавления наноструктурного материала? 5. Как влияет анизотропия поверхностной энергии на температуру плавления наносистем? 6. В чем состоит своеобразие флуктуационного плавления малых частиц? 7. Перечислите модели, объясняющие изменение температуры плавления наноразмерных материалов. 8. При каких размерах наночастиц становятся заметными изменения температур плавления? 9. В чем причина полиморфных превращений в наноматериалах? 10. Образование каких структур характерно для наноразмерных материалов? 11. Какие процессы лежат в основе процессов фазообразования в наносистемах? 12. В чем причины расширения зоны растворимости в наноразмерных системах? 13. Как можно провести оценку доли поверхностных атомов в наноразмерной системе? 14. Как изменяется период решетки в наноструктурных материалах? 15. Перечислите причины изменения межатомных расстояний в наносистемах. 16. Как влияет лапласовское давление на параметр решетки в наноразмерных средах? 17.Может ли влиять на параметр решетки в наноструктурном материале изменение симметрии кристаллической решетки? 18. Связь поверхностной релаксации и параметра решетки в наноматериалах. 19. Опишите гипотезу, объясняющую влияние образования вакансий на изменение периода решетки в наносистемах. 20.Какие дефекты типичны для наноструктурных систем? 21. В чем причина микроискажений кристаллической решетки наноразмерных материалов? 22.Перечислите способы получения нанопорошков методами распыления. . Как классифицируют технические приемы, использующиеся для формирования наноразмерных материалов? 23.Какой универсальный способ получения материалов с принципиально новыми свойствами существует в настоящее время? 24.Перечислите достоинства и недостатки механических методов получения наноматериалов. 25. Перечислите достоинства и недостатки получения нанопорошков методом термической диссоциации. 26.Перечислите и опишите методы консолидации наноразмерных порошков. 27. Что такое механоактивация? 28. Опишите механические методы получения наноматериалов 29. Какие вещества могут существовать в нанодисперсном состоянии? 30. Опишите получение нанопорошков методами испарения-конденсации. 31.Какие фазовые превращения наблюдаются в химических методах получения наноматериалов?Приведите примеры.
-----	----------------------------	-------------------------	--

			<p>32. Дайте определение нанодисперсного состояния вещества.</p> <p>33. Методы получения нанопорошков и их классификация. Приведите примеры.</p> <p>34. Современное состояние проблемы “наноразмерные среды”.</p> <p>35. Классификация методов химических методов получения наноматериалов. Какие способы получения наноматериалов относятся к первой группе химических методов? Приведите примеры.</p> <p>36. Какие требования предъявляются к методам получения наноразмерным системам?</p> <p>37. Возможность регулирования свойств наноразмерных материалов в процессах их можно получить в нанодисперсном состоянии?</p> <p>38. Какие вещества относят к наноразмерным? Приведите определения</p> <p>39. Перечислите достоинства и недостатки химических методов получения наноматериалов.</p> <p>40. Опишите варианты методов распыления.</p> <p>41. Каким образом получают металлы в газообразном состоянии в процессах испарения-конденсации?</p> <p>42. Какие вещества можно получать методами испарения-конденсации?</p> <p>43. Какие методы исследований наиболее востребованы при исследовании наносистем?</p> <p>44. Достоинства и недостатки метода термогравиметрии.</p>
--	--	--	---

КМЗ	Контрольное мероприятие №3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое размерный эффект? 2. Классический размерный эффект 3. Квантовый размерный эффект 4. На какие электрические свойства материалов влияют их размерные характеристики? 5. Какие квантовые размерные эффекты наблюдаются в наноструктурных материалах? 6. Как влияют классические и квантовые размерные эффекты на длину свободного пробега электрона в наноразмерных системах? 7. Влияние размерных эффектов на электропроводность. 8. Влияние размерных эффектов на работу выхода электронов. 9. От каких величин зависит работа выхода электрона и как на них влияют размерные эффекты? 10. Приведите определение сил изображения. 11. В чем заключаются особенности сверхпроводимости в наноразмерных средах? 12. температуру перехода в сверхпроводящее состояние? 13. Перечислите, на какие магнитные свойства ферромагнитных наноматериалов оказывают влияние размерные эффекты. 14. Влияние морфологических размеров наноструктурных материалов на доменную структуру. 15. Причины появления супермагнетизма в наноразмерных ферромагнитных средах. 16. Какие характерные размеры определяют магнитные свойства наноматериалов? 17. Каким образом и почему изменяется коэрцитивная сила в наноразмерных средах? 18. Как зависит намагниченность насыщения от размеров материала? 19. Влияние размерных зависимостей на температуру Кюри. 20. Как зависит теплоемкость от размеров структурных составляющих материалов? 21. Какие квантовые эффекты обнаружены при исследовании тепловых свойств наноматериалов? 22. Каким образом и почему наблюдаются изменения решеточной теплопроводности в наноразмерных системах? 23. В чем заключается причина изменения температуры Дебая в наноструктурных материалах? 24. Перечислите особенности диффузионных свойств в наноматериалах. 25. Особенности диффузионных свойств объемных наносистем. 26. Особенности диффузионных свойств порошковых наноматериалов. 27. Какие характеристики наноструктурных материалов влияют на их химические свойства? 28. Приведите примеры проявления размерного эффекта в химических процессах с участием наносистем. 29. Особенности окислительных реакций в наноразмерных средах. 30. Охарактеризуйте понятие «самовозгорание». 31. Проявление квантовых размерных эффектов в каталитических свойствах наносистем. 32. Опишите особенности рассеяния света малыми частицами 33. Дайте определения понятиям: однородная среда», экстинкция, спектры поглощения, спектры пропускания. 34. Влияние размерного фактора на особенности экстинкция диэлектрическими частицами. 35. Влияние размерного фактора на особенности экстинкции в металлических наночастицах. 36. Влияние морфологии и полидисперсности на оптические свойства наноматериалов. 37. Кратко охарактеризуйте механические характеристики дисперсных сред. 38. Влияние размерного фактора на твердость, прочность
-----	----------------------------	-------------------------	--

			<p>ипластичность наноматериалов.</p> <p>39. Зависимость прочности от размера зерна в наносистемах</p> <p>40. Связь прочность и пластичности в высокодисперсных системах.</p> <p>41. Явление сверхпластичности в наноматериалов.</p> <p>42. Упругие свойства субмикроструктурных материалов</p> <p>65. Внутреннее трение в субмикроструктурных структурах.</p> <p>66. В чем состоят особенности механических свойств наносистем и как они используются на практике</p> <p>69. Применение наноматериалов в промышленности.</p> <p>70. Применение наноматериалов в сельском хозяйстве.</p> <p>71. Применении наноматериалов в медицине</p> <p>72. Применение наноматериалов в технике</p> <p>73. Применение наноматериалов в строительстве.</p> <p>74. Применение материалов в автомобилестроении и транспорте</p> <p>75. Опишите методы определения дисперсности наноразмерных материалов.</p> <p>76. Почему различаются результаты по определению размеров наночастиц разными методами?</p> <p>77. Каким образом можно определить элементарный состав наносистемы?</p> <p>78. Какие параметры и характеристики наносистем позволяют определить дифракционные методы исследования?</p> <p>79. Назовите современные методы исследования поверхности наноматериалов. Какие характеристики они позволяют определить?</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	Домашняя расчетно-графическая работа №1	ПК-1-В1	Расчет процесса зародышеобразования нульмерных систем методами испарения-конденсации.
P2	Домашняя расчетно-графическая работа №2	ПК-1-В1	Расчет материального баланса для получения нульмерных одно- и многокомпонентных систем методом осаждения с или без использования полимерных стабилизаторов.
P3	Домашняя расчетно-графическая работа №3	ПК-1-В1	Расчет кинетических закономерностей дегидратации в процессах формирования нульмерных наносистем.
P4	Домашняя расчетно-графическая работа №4	ПК-1-В1	Изучение механизма превращений при металлизации кислородсодержащих систем.
P5	Домашняя расчетно-графическая работа №5	ПК-1-В1	Влияние условий формирования на характеристики дисперсности одномерных наносистем.
P6	Домашняя расчетно-графическая работа №6	ПК-1-В1	Изучение влияния размерного фактора на процессы окисления металлических порошков.

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

По данной дисциплине предусмотрен экзамен. Экзаменационный билет состоит из 5 теоретических вопросов.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически грамотно 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.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Раков Э. Г.	Неорганические наноматериалы	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.2	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Левина Вера Васильевна, Конюхов Юрий Владимирович, Филонов Михаил Рудольфович, др.	Физико-химия наноструктурных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

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

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов физико-химии наносистем. Практические занятия нацелены на изучение влияния наносостояния на термодинамические свойства поверхности малых тел, кинетические закономерности их формирования, методы изучения свойств наноразмерных материалов.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам курса. 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 занятий специализированной аудитории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;

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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы.