

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

(ДО КФУ)

» 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии Б1.Б.24

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Воронина Е.В.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6129018

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Воронина Е.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики, Elena.Voronina@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучение основных понятий, законов и физико-химических моделей современных процессов нанотехнологий, основные виды и свойства нанообъектов, наноматериалов, приборов и устройств на их основе совместно с другими дисциплинами цикла, формирование у студентов современного понимания основных научно-технических проблем и перспектив развития нанотехнологий и взаимодействие со смежными областями.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.24 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Является частью цикла базовых дисциплин Б1.Б. 24 подготовки студентов по направлению "Нанотехнологии и микросистемная техника". Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов в сфере естественнонаучных и технических знаний. Осваивается на третьем курсе (5 семестр).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- закономерности и физико-химические модели процессов получения нанообъектов;
- виды и свойства нанообъектов и наноматериалов, характеристики физико-химических процессов их синтеза и методы их исследования

2. должен уметь:

- на основе результатов экспериментов, моделирования разработать план технологического процесса получения наноматериалов, возможности, ограничения, критерии выбора вариантов нанотехнологии;
- выбирать и использовать методы анализа наноматериалов и наноструктур;
- определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи.

3. должен владеть:

- методикой работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа профессиональных проблем нанотехнологии различного уровня сложности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур.	5	1	2	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии.	5	2-3	2	4	6	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Методы синтеза наноматериалов.	5	4-7	2	2	10	Устный опрос
4.	Тема 4. Механические свойства наносистем.	5	8-9	2	4	8	Устный опрос
5.	Тема 5. Процессы самосборки в наносистемах.	5	10-12	4	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах.	5	13-14	2	0	2	Устный опрос
7.	Тема 7. Магнитные свойства наносистем.	5	15-16	2	4	4	Устный опрос
8.	Тема 8. Углеродные наноструктуры.	5	17-18	2	0	6	Тестирование
·	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	18	36	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур. Характерные особенности нанообъектов. Кристаллическая решетка и магические числа. Геометрическая структура. Химическая активность и пассивация наночастиц. Электронная структура. Размерность объекта и электроны проводимости. Ферми-газ и плотность состояний. Свойства, зависящие от плотности состояний.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Кристаллическая решетка и магические числа. Квантово-размерные эффекты. Электронная структура, оптические свойства. Связь размеров с функциональностью

Тема 2. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Дифракционные методы исследования. Дифракция на кристаллических решетках и в аморфных веществах. Размерные эффекты в дифракционных картинах наноструктур. Характеризация функциональных свойств наносистем дифракционными методами. Рентген-дифракционные методы определения размеров наночастиц.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Метод Шеррера, метод Вильямсона-Холла и метод Уоррена-Авербаха. Фурье анализ с использованием функции Фойгта. Другие методы определения размеров частиц.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение размеров областей когерентного рассеяния из рентгеновских дифрактограмм нанокристаллических материалов методами Шеррера, Вильямсона-Холла, Уоррена-Авербаха, Фурье-анализа с использованием функции Фойгта.

Тема 3. Методы синтеза наноматериалов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методы механического, физического, химического диспергирования. Классификация дисперсных систем. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх". Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз". Способы получения наноразмерных материалов. Методы получения наночастиц из паровой фазы: испарения-конденсации, высокочастотного индукционного нагрева, термолиз. Механосинтез. Типы и характеристики измельчающих устройств. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Методы физического диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннингование, использование твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений. Интенсивная пластическая деформация. Кручение под высоким давлением. Равноканальное угловое прессование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Способы консолидации наноразмерных порошков. Статическое прессование. Гидростатическое прессование. Газостатическое прессование. Динамическое прессование. Магнитно-импульсное прессование. Способы консолидации наноразмерных порошков. Ударно-волновое компактирование. Горячее прессование. Спекание. Вибрационное воздействие. Ультразвуковое воздействие. Импульсное термическое воздействие. Прокатка нанопорошков. Мундштучное формование. Нанокристаллизация аморфных сплавов.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Механосинтез на примере двумерных систем на основе железа.

Тема 4. Механические свойства наносистем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Типы собственных дефектов кристалла. Дефекты в наноструктурированных материалах, классификация по размерности. Структура межзеренных границ. Источники Франка-Рида. Формирование наноструктуры по механизму "сверху-вниз". Механические свойства наноматериалов. Закон Холла-Петча. Пластичность. Деформационное упрочнение.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Механизм пластической деформации наноматериалов. Сверхпластичность. Упругие свойства. Внутреннее трение в субмикроструктурных структурах. Усталость субмикроструктурных материалов. Наноструктурные материалы для применений в медицине и технике. Наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Тема 5. Процессы самосборки в наносистемах.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Движущие силы организации наносистем. Принцип локального равновесия. Термодинамические уравнения движения. Принцип симметрии кинетических коэффициентов. Самоорганизация в открытых системах. Консервативная самоорганизация. Диссипативная самоорганизация. Управление параметрами самоорганизации. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Самоорганизация при эпитаксиальном росте. Получение квантовых точек самосборкой атомов. Механизмы аккомодации и ослабления напряжения. Получение квантовых точек Ge самосборкой атомов. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Ионный синтез квантовых проволок. Самоорганизованные квантовые точки, полученные методом ионного синтеза. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок. Изготовление нанотрубок самосворачиванием полупроводниковых гетерослоев. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей. Периодические квантовые твердотельные наноструктуры, сверхрешетки из квантовых точек.

Тема 6. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты для синтеза нанокомпозитов. Мезопористые молекулярные сита. Пористый диоксид кремния. Темплатный синтез. Способы контроля размера пор. Использование пленок мезопористого SiO₂ для синтеза наноматериалов. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Синтез. Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокомпозитов. Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые гидроксидные системы. Получение магнитных нанокомпозитов на основе слоистых двойных гидроксидов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Получение пористого оксида алюминия.

Тема 7. Магнитные свойства наносистем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Доменная структура ферромагнитных материалов. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц. Суперпарамагнетизм. Энергия магнитной анизотропии. Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения. Обменная анизотропия. Магнитостатические взаимодействия нанонитей

практическое занятие (4 часа(ов)):

Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства. Динамика наноманитов. Спин-зависимый транспорт носителей заряда. ГМС.КМС.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Измерение магнитных характеристик микрокристаллического и нанокристаллического материала.

Тема 8. Углеродные наноструктуры.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Синтез и механизмы роста углеродных нанотрубок. Разделение ОСНТ. Интеркалированные нанотрубки. Применение углеродных нанотрубок. Структура фуллеренов. Легирование фуллеренов. Сверхпроводимость. Методы получения и разделения фуллеренов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Синтез и анализ углеродных нанотрубок.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур.	5	1	подготовка к устному опросу Работа с литературой. Повторение пройденного материала.	2	устный опрос
2.	Тема 2. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии.	5	2-3	подготовка к устному опросу Работа с литературой. Повторение пройденного материала.	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Методы синтеза наноматериалов.	5	4-7	подготовка к устному опросу Работа с литературой. Повторение пройденного материала.	2	устный опрос
4.	Тема 4. Механические свойства наносистем.	5	8-9	Работа с литературой. Повторение пройденного материала. подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Процессы самосборки в наносистемах.	5	10-12	Работа с литературой. Повторение пройденного материала. подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах.	5	13-14	Работа с литературой. Повторение пройденного материала. подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Магнитные свойства наносистем.	5	15-16	Работа с литературой. Повторение пройденного материала. подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Углеродные наноструктуры.	5	17-18	подготовка к тестированию. Повторение материала, изложенного в лекциях. Работа с литературой	2	тестирование
Итого					18	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции (использование проблемных ситуаций, демонстрационного эксперимента), практические занятия (решение задач и интерактивные методы работы - это активное, постоянное взаимодействие между преподавателем и студентом в процессе обучения), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации

Выполнение лабораторных работ.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур.

устный опрос , примерные вопросы:

Дать классификацию наноструктур. Каковы характерные особенности нанообъектов. Как связаны кристаллическая решетка и магические числа. направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-1,ОПК-2)

Тема 2. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии.

устный опрос , примерные вопросы:

Назвать дифракционные методы исследования наноструктур. Рентген-дифракционные методы определения размеров наночастиц. В чем состоит Метод Шеррера, метод Вильямсона-Холла и метод Уоррена-Авербаха. Направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ПК-2)

Тема 3. Методы синтеза наноматериалов.

устный опрос , примерные вопросы:

Назвать методы получения наночастиц из паровой фазы. Типы и характеристики измельчающих устройств. Перечислить методы физического диспергирования. Интенсивная пластическая деформация, виды. Перечислить способы консолидации наноразмерных порошков. направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ПК-2)

Тема 4. Механические свойства наносистем.

устный опрос , примерные вопросы:

Типы собственных дефектов кристалла. Дефекты в наноструктурированных материалах, классификация по размерности. Источники Франка-Рида охарактеризовать. В чем состоит закон Холла-Петча. Пластичность. В чем заключается деформационное упрочнение. Сверхпластичность. Упругие свойства. Внутреннее трение в субмикрорекристаллических структурах. Усталость субмикрорекристаллических материалов. Привести примеры наноструктурных материалов для применений в медицине и технике. Назвать наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности. направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ПК-2)

Тема 5. Процессы самосборки в наносистемах.

устный опрос , примерные вопросы:

Движущие силы организации наносистем. Принцип локального равновесия. Термодинамические уравнения движения. Принцип симметрии кинетических коэффициентов. Консервативная самоорганизация. Диссипативная самоорганизация. Управление параметрами самоорганизации. направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ОПК-1, ПК-2)

Тема 6. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах.

устный опрос , примерные вопросы:

Цеолиты для синтеза нанокompозитов. Мезопористые молекулярные сита. Пористый диоксид кремния. Темплатный синтез. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Как используется пористый оксид алюминия для синтеза нанокompозитов. (ОК-7, ОПК-2, ОПК-1, ПК-2, ОПК-7) (ОК-7, ОПК-2, ПК-2)

Тема 7. Магнитные свойства наносистем.

устный опрос , примерные вопросы:

Доменная структура ферромагнитных материалов. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц. Суперпарамагнетизм. Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения. Обменная анизотропия. Магнитостатические взаимодействия нанонитей. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства Направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ОПК-1, ПК-2, ОПК-7)

Тема 8. Углеродные наноструктуры.

тестирование , примерные вопросы:

Разделение ОСНТ. Интеркалированные нанотрубки. Структура фуллеренов. Легирование фуллеренов. Сверхпроводимость. Методы получения и разделения фуллеренов. направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ОПК-1, ПК-2, ОПК-7)

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основании устного опроса . Итоговый контроль в форме экзамена по вопросам, охватывающим всю программу данного лекционного курса (согл. Прил.1). Самостоятельная работа студентов заключается в повторении лекционного материала (конспекты лекций), изучении материала, вынесенного на самостоятельное изучение (рекомендованная литература). Направлен на формирование компетенций (ОК-7, ОПК-2, ОПК-1, ПК-2, ОПК-7)

Вопросы к экзамену

1. Нанотехнология. Наночастицы. Наноструктуры. Классификация наноструктур. Нульмерные наноструктуры. Одномерные наноструктуры.

2. Самоорганизация в открытых системах

1. Двумерные наноструктуры. Нанокристаллические материалы.

2. Диссипативная самоорганизация Механизмы возникновения, пороговый характер

1. Тубулярные наноструктуры. Углеродные нанотрубки Структура углеродных нанотрубок

2. Теорема Глансдорфа-Пригожина Управление параметрами самоорганизации

1. Механизмы роста нанотрубок .Синтез углеродных нанотрубок

2. Самособранные монослои и мультислои

1. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх"

Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз"

2. Самоорганизованные коллоидные структуры

1. Характерные особенности нанообъектов Кристаллическая решетка и магические числа

Геометрическая структура Химическая активность и пассивация наночастиц.

2. Двумерные наноструктуры Методы получения тонких пленок Осаждение пленок из газовой фазы

1. Электронная структура. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц.

2. Механизмы роста пленок

1. Характерные особенности нанообъектов. Размерные эффекты и особенности наноструктур.

Размерность объекта и электроны проводимости. Ферми-газ и плотность состояний. Свойства, зависящие от плотности состояний.

2. Физические методы осаждения пленок Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ)

1. Применение наноматериалов. Производство материалов Нанoeлектроника и вычислительная техника Медицина и здравоохранение Окружающая среда и энергетика Аэроавиатика и космические исследования Проблемы национальной безопасности

2. Импульсное лазерное осаждение (ИЛО pulsed laser deposition PLD sputtering)

1. Методы химического осаждения пленок Химическое осаждение из газовой фазы

Прекурсоры

2. Распылительное осаждение

1. Рентген-дифракционные методы определения размеров наночастиц. Метод Шеррера, метод Вильямсона-Холла и метод Уоррена-Авербаха

2. Послойное осаждение пленок Химическое осаждение из растворов Золь-гель метод

1. Мезопористые молекулярные сита Пористый диоксид кремния Темплатный синтез Способы контроля размера пор Использование пленок мезопористого SiO₂ для синтеза наноматериалов

2. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах Наночастицы в нульмерных нанореакторах Цеолиты для синтеза нанокомпозитов

1. Изготовление нанотрубок самосворачиванием полупроводниковых гетерослоев

2. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов Пористый оксид алюминия Синтез Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокомпозитов

1. Классификация методов синтеза наноматериалов Методы механического диспергирования Механосинтез Типы и характеристики измельчающих устройств

2. Наночастицы в двумерных нанореакторах Слоистые гидроксидные системы Получение магнитных нанокомпозитов на основе слоистых двойных гидроксидов

1. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред Методы физического диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннинг, использование твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений

2. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей

1. ИПД. Деформация кручением под высоким давлением Деформация РКУ прессованием

2. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе Ионный синтез квантовых CoSi₂ проволок Самоорганизованные квантовые точки SiGe

1. Способы консолидации наноразмерных порошков Статическое прессование Гидростатическое прессование Газостатическое прессование Динамическое прессование Магнито-импульсное прессование

2. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения Напряженные полупроводниково-вые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок

1. Способы консолидации наноразмерных порошков Ударно-волновое компактирование Горячее прессование Спекание Вибрационное воздействие Ультразвуковое воздействие Импульсное термическое воздействие Прокатка нанопорошков Мундштучное формование

2. Периодические квантовые твердотельные наноструктуры, сверхрешетки из квантовых точек

1. Нанокристаллизация аморфных сплавов

2. Термодинамические уравнения движения Принцип симметрии кинетических коэффициентов или соотношения взаимности Онсагера

1. Механические свойства наносистем Типы собственных дефектов кристалла Дефекты в наноструктурированных материалах Источники Франка-Рида

2. Магнитные свойства наносистем Доменная структура ферромагнитных материалов Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц

1. Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз" Формирование наноструктуры (механизм)

2. Суперпарамагнетизм

1. Механические свойства наноматериалов Закон Холла-Петча Пластичность Деформационное упрочнение Механизм пластической деформации наноматериалов

2. Энергия магнитной анизотропии Анизотропия формы Анизотропия механического напряжения Обменная анизотропия

1. Сверхпластичность Упругие свойства Внутреннее трение в субмикроструктурных структурах Усталость субмикроструктурных материалов

2. Перемагничивание однодоменных частиц Магнитостатические взаимодействия нанонитей

1. Наноструктурные материалы для применений в медицине и технике Наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности
2. Пучковые и другие методы нанолитографии Рентгеновская, электронная, ионная
1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз
2. Термодинамическое описание неравновесной системы. Принцип локального равновесия
1. Методы получения наночастиц из паровой фазы: испарения-конденсации, высокочастотного индукционного нагрева, Термолиз
2. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства Динамика наноманитов.
1. Коллоидные нанореакторы Мицеллы. Типы мицеллярных систем Амфифильность Структура мицелл
2. Наноструктурированные многослойные материалы с ГМС
1. Химический синтез наночастиц Методы синтеза наночастиц с использованием мицелл Морфология наноструктур
2. Движущие силы организации наносистем Элементы равновесной термодинамики
- .
1. Синтез в микроэмульсиях Стадии Миниэмульсии
2. Квантовая интерференция в низкоразмерных структурах Магнитный эффект Ааронова-Бома
1. Синтез в полимеризованных мицеллярных структурах. Блок-сополимеры
2. Эффект Холла классический и квантовый
1. Синтез наноструктур в пленках Ленгмюра-Блоджетт и в адсорбционных слоях
2. Спин-зависимый транспорт носителей заряда. . ГМС
1. Методы восстановления и разложения в растворах
2. Спин-зависимое туннелирование. Туннельное магнитосопротивление
1. Метод восстановления с использованием импульсного лазера Метод разложения Метод импульсного радиолиза в растворах
2. Управление спинами носителей заряда в полупроводниках
1. Методы разделения наночастиц по размеру: седиментации, электрофореза, размерно-селективного осаждения, молекулярных сит
2. Эффект Кондо в квантовых точках
1. Процессы самосборки в наносистемах: блок-сополимеры, пространственное ограничение, использование градиентных полей Примеры самосборки Сверхкластеры
2. Спинтронные приборы Считывающая головка на основе гигантского ГМС
1. Консервативная самоорганизация
2. Спин-вентильный транзистор
1. Энергонезависимая память на основе гигантского магнитосопротивления
2. Зондовые методы нанолитографии: силовая, токовая, автоэмиссионная, с использованием резиста
1. Деформационное упрочнение Механизм пластической деформации наноматериалов
2. Локальное анодное окисление зондом АСМ Литография наносферами Нанопечатная литография (НПЛ) Литографически индуцированная самосборка

7.1. Основная литература:

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы [Электронный ресурс] / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111201.html>
2. Нано- и биокompозиты [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Под ред. Лау А.К.-Т., Хуссейн Ф., Лафди Х.; Пер. с англ - Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 393 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66206>. ? Загл. с экрана.
3. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 434 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66203>. ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Игнатов, А. Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. ? М. : ФЛИНТА, 2012. ? 360 с. - ISBN 978-5-9765-1619-9 <http://znanium.com/go.php?id=455222>
2. Нанотехнологии - ударный вводный курс: Учебное пособие / Р.Х. Мартин-Пальма, А. Лахтакия; Пер. с англ. Е.Г. Заболоцкой, А.В. Заболоцкого. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 208 с.: ISBN 978-5-91559-146-1 <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468199>

7.3. Интернет-ресурсы:

Информационный бюллетень "Перспективные Технологии" - http://perst.issph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm

Нанотехнологическое сообщество - www.nanometer.ru

Научно-информационный портал Всероссийского института научной и технической информации РАН. - www.portalnano.ru

Роснано - <http://www.rusnano.com/>

Сайт о нанотехнологиях в России - <http://www.nanonewsnet.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Аудитория, оснащенная современным мультимедийным оборудованием.

Лабораторные работы:

Механосинтез бинарных сплавов на основе 3d-металла.

Механоактивация бинарных сплавов на основе 3d-металла.

Измерение распределения частиц по размерам в сплавах после механосинтеза.

Исследование поверхности углеродных материалов с помощью СТМ.

Установка для получения пористого оксида алюминия.

Комплект оборудования для механоактивации и механосинтеза. Лазерный прибор для измерения размера частиц.

Сканирующий туннельный микроскоп. Установка для измерения параметров петли гистерезиса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Воронина Е.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.