



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физического факультета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа
03.04.02 – Физика

Профиль подготовки:
Физика наносистем

Уровень высшего образования:
Магистратура

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
вариативная

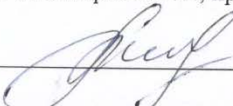
Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС+ ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (уровень: магистратура), профиль подготовки: **Физика наносистем.**

Разработчик(и): кафедра физики конденсированного состояния и наносистем, Мурлиева Ж.Х., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем от «25» марта 2017г., протокол №7.

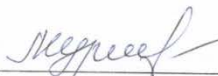
Зав. кафедрой



Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г, протокол №7.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением
« 08 04 _____ 2017г. _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем**» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02 - Физика (профиль подготовки: Физика наносистем).

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физики конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой наносистем, а именно с изучением особенностей механических, кинетических и магнитных свойств наноразмерных объектов и влияния поверхности на эти свойства.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-1, общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины **144** часа, **4** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
	Все го	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
А	144	10		14	84		120	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» являются: формирование у студентов системы знаний по физике наносистем, общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (профиль подготовки: Физика наносистем).

В результате изучения данной дисциплины студенты приобретают знания о ряде физических свойств, в том числе и тепловых, характерные размерные особенности которых проявляются с уменьшением геометрических размеров материала. Особенно это заметно в наноразмерных объектах, когда число атомов на поверхности наночастицы становится соизмеримым с числом атомов в ее объеме. Будет показано, что теплоемкость, теплопроводность, температура Дебая и др. зависят от динамики решетки, причем, в колебательных спектрах нанокристаллов эффекты размерного квантования проявляются как в области акустических, так и оптических колебаний.

Изучение этого спецкурса будет способствовать формированию навыков при решении задач и постановке простейших экспериментов по исследованию свойств новых наноструктурированных материалов.

В конечном итоге, все это направлено на подготовку профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики и технологии наносистем, способных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» входит в вариативную часть образовательных дисциплин программы магистратуры по направлению 03.04.02 - Физика.

Настоящая программа по дисциплине «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» предназначена для подготовки магистров по направлению «Физика» в соответствии с требованиями, отраженными в государственных образовательных стандартах. Особенность программы состоит в фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения магистрантам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно - научного мировоззрения и развития соответствующего способа мышления.

В условиях возросшей актуальности в разработке технологии новых конструкционных материалов, в частности наноразмерных, необходимо повышение уровня образования за счет изучения влияния размерных эффектов на механические и магнитные свойства, электропроводность, теплопроводность и др. этих материалов.

Микроскопическое рассмотрение природы формирования свойств наноразмерных материалов вырабатывает способность к абстрактному мышлению, применению математического аппарата, выявлению в том или ином процессе причинно-следственной связи. Совокупность приобретенных знаний может быть полезной при создании и аттестации эксплуатационных характеристик новых конструкционных наноматериалов, в том числе ВТСП.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы, категории и возможности знаний о физической картине мира, границы и условия их достоверности; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, путем синтеза и анализа накопленных результатов теоретических и натурных исследований; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • разнообразными подходами и приемами, позволяющими анализировать результаты различных экспериментов и способностью ставить перспективные задачи.

ОПК-6	<p>способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления о влиянии размеров частиц в конденсированных средах на квантовые эффекты; • модели формирования структуры и свойств наноматериалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств наноматериалов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики и технологии наноматериалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике наноматериалов; • проводить научные исследования в области физики наноматериалов с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами исследования наносистем; • методами теоретических расчетов механических, кинетических и магнитных свойств наносистем; • навыками решения задач по интерпретации связи механических, кинетических и магнитных свойств со структурой.
ПК-2	<p>способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в

		<p>области физики наноматериалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике наноматериалов; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования свойств наноматериалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики наноматериалов; • экспресс анализом и диагностическими методами исследования наноматериалов; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области механических, кинетических и магнитных свойств наноматериалов; • владеть способностью применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет ___ 4 ___ зачетные единицы, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практич. занятия	Лаборатор. занятия	Контроль сам. раб	
Модуль 1							
1	Виды наноразмерных структур. Учет влияния поверхности на размерные эффекты механических, термических и др. свойств)	А	1	1		9	семинарское занятие
2	Формирование механических свойств в наноразмерных структурах. Нормальный и аномальный Холл-	А	2	1		9	семинарское занятие

	Петч эффект.						
3	Формирование кинетических свойств наноразмерных структурах	A	1	2		10	контрольная работа
	Итого за модуль 1		4	4		28	
Модуль 2							
4	Особенности проявления ангармонизма в наноструктурах. Электросопротивление.	A	2	1		9	семинарское занятие
5	Особенности фонового спектра в наноразмерных структурах. Теплоемкость и теплосопротивление.	A	1	1		9	семинарское занятие
6	Влияние поверхности на формирование магнитного порядка и температуру Кюри в классических 3d-металлах.	A	1	2		10	контрольная работа
	Итого за модуль 2		4	4		28	
Модуль 3							
7	Магнитные свойства функциональных наноструктурированных материалов.	A	1	3		14	семинарское занятие
8	Связь свойств наноструктурированных материалов особенностями изменения межатомного расстояния.	A	1	3		14	семинарское занятие
10	Итого за модуль 3		2	6		28	
11							
	Модуль 4. Итоговый контроль знаний. Экзамен.	A	Подготовка к экзамену			36	Экзамен
	Итого	144	10	14		120	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Виды наноразмерных структур. Квантово-размерные эффекты в колебательных спектрах квантовых точек и нанокристаллах. (Лекция)

Тема 2. Учет влияния поверхности на размерные эффекты механических, термических и др. свойств). Размерное ограничение фононов. (Практическое занятие)

Тема 3. Энергия и химическая активность наночастиц. (Лекция)

Тема 4. Формирование механических свойств в наноразмерных структурах. Нормальный и аномальный Холл-Петч эффект. (Практическое занятие)

Тема 5. Термодинамика формирования кинетических свойств в наноразмерных структурах. (Лекция)

Тема 6. Особенности электрических и тепловых свойств в наноразмерных структурах. **(Практическое занятие)**

Модуль 2.

Тема 1. Особенности потенциала межатомного взаимодействия в наночастицах, проявления ангармонизма. **(Лекция)**

Тема 2. Электросопротивление наноструктур. Зависимость электросопротивления от диаметра нанопроволок. **(Практическое занятие)**

Тема 3. Особенности фононного спектра в наноразмерных структурах. Функция распределения частот в наночастицах. **(Лекция)**

Тема 4. Температурная зависимость теплоемкости и теплосоппротивления. **(Практическое занятие)**

Тема 5. Влияние размера поверхности частиц на формирование магнитного порядка и температуру Кюри в классических 3d-металлах.

Тема 6. Зависимость температуры Кюри и Коэрцитивная сила от размера в наноструктурированных системах **(Практическое занятие)**

Модуль 3.

Тема 1. Магнитные и электрические свойства наноструктурированных мультиферроиков. **(Лекция)**

Тема 2. Магнитоэлектрические и электромагнитные свойства наноструктурированных мультиферроиков. **(Практическое занятие)**

Тема 3. Связь температурной зависимости свойств наноструктурированных материалов с особенностями изменения межатомного расстояния **(Лекция)**

Тема 4. Роль термической деформацией на формирование наноструктурированных материалов **(Практическое занятие)**

Модуль 4.

Подготовка к экзамену.

Примерные темы самостоятельной работы

1. 0D-структуры. Нанокристаллы и нанокластеры.
2. 1D-структуры.
3. 2D-структуры. Тонкие пленки.
4. Нанотрубки и нанонити. Углеродные нанотрубки, строение, методы получения и разделения. Механизмы роста нанотрубок. Одностенные и многостенные нанотрубки.
5. Механические свойства углеродных нанотрубок. Электрофизические свойства углеродных нанотрубок.
6. Фазовые переходы в нанокристаллическом состоянии, деформационные и пластические свойства наноматериалов.
7. Экситонные переходы в спектрах нанокристаллических полупроводников. Изменение ширины запрещенной зоны.
8. Оценка размеров наночастиц из спектральных данных.
9. Квантовые выходы люминесценции для ряда нанокристаллических полупроводниковых наноструктур. Модель "частица в потенциальном ящике" для наноструктур "ядро в оболочке".
10. Изменение коэрцитивной силы с уменьшением размера магнитной частицы. Переход в суперпарамагнитное состояние. Температура блокировки. Оценка размера наночастицы из данных по магнитной восприимчивости.
11. Магнитные свойства анизотропных наночастиц.
12. Механические свойства. Повышение прочности нанокристаллических металлов. Дефектность вещества в нанокристаллическом состоянии.
13. Повышение пластичности керамических материалов в нанокристаллическом состоянии.

14. Применение наноматериалов. Наносенсоры. Нано- и молекулярная электроника. Фотоника. Устройства на квантовых точках – лазеры, светодиоды. 9. Электронные механические системы (MEMS). Нейронные сети. Наномедицина. Устройства для хранения информации. Каталитические систем.
15. Нанокompозитные материалы. Причины низкой устойчивости веществ в нанокристаллическом состоянии. Способы защиты наночастиц от агрегации и внешних воздействий.
16. Нанокompозиты полимер-неорганическая наночастица. Наночастицы в неорганических матрицах. Биологические нанокompозитные материалы. Биомиметические подходы.
17. Биологические наноматериалы. Примеры биологических наноструктур, встречающихся в живых организмах. Кость как биологический нанокompозит. Молекулярные моторы. Неорганические наноматериалы и биосовместимость. Использование неорганических материалов.

Спецпрактикум физике наносистем

В учебном плане магистратуры по направлению 03.04.02 – Физика предусмотрен специальный физический практикум, в которой выполняются лабораторные работы, в том числе и по физике и технологии функциональных материалов.

Кафедра располагает необходимыми установками, технологическим оборудованием, приборами, не только для выполнения спецпрактикума, но и выполнения соответствующих курсовых и диссертационных работ. На кафедра имеется богатая библиотека, в том числе электронные книги, копий периодических изданий, и т. д. необходимой для информационного обеспечения самостоятельной работы студентов по освоению как теоретических так и практических вопросов по дисциплине

Спецпрактикум магистрами выполняется в специальных учебных лабораториях и на научных установках НОЦ «Нанотехнологии».

К Работам имеются Пособия и методические указания.

Ниже в виде примера дана краткая характеристика типовых работ, выполняемых магистрами. Выделены лабораторные работы, выполнение, которых предусмотрено по настоящей дисциплине.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль 1		
Лабораторная работа № 1. Получение нанопорошков $Y(Ba_{1-x}Be_x)_2Cu_3O_{7-\delta}$ методами химической технологии.		
Лабораторная работа № 2. Методы исследования тепловых и электрических свойств керамических материалов		
Лабораторная работа № 3. Получение наноструктурированных керамических материалов		
Лабораторная работа № 4. Получение наноструктурированных пленок и слоев полупроводников из газовой фазы.		
Лабораторная работа № 5. Методы оценки размеров наночастиц, толщины пленок и пористости.		
Лабораторная работа № 6. Методы определения структуры и свойств материалов		

5. Образовательные технологии:

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены. В процессе преподавания дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем» применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения, лекционно-зачетная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная,

лекция-визуализация. Лекции сопровождаются представлением материалов виде презентаций, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала.

При проведении занятий используется аудитории, оснащенные современной компьютерной техникой: мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом, в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 часов из 24 часов аудиторных занятий. Число лекций от общего числа аудиторных занятий определено учебной программой.

Для подготовки к практическим (семинарским) занятиям разработаны учебно-методические пособия и разработки, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов, предусмотрена учебным планом в объеме не менее 50%, в том числе подготовка к экзаменам и зачетам, от общего количества часов. Она необходима для более глубокого усвоения изучаемого курса, формирования навыков исследовательской работы и умение применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа должна носить систематический характер. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- повторения пройденного материала;
- подготовки к лабораторно-практическим работам;
- оформления практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- работы с периодическими изданиями – научными статьями и обзорами по теме;
- написания рефератов по проблемам дисциплины «Механические, кинетические и магнитные свойства наносистем».

Итоговый контроль. Экзамен в конце 1 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1	<p><u>Знать:</u> основные законы, категории и возможности знаний о физической картине мира, границы и условия их достоверности;</p> <p><u>Уметь:</u> вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, путем синтеза и анализа накопленных результатов теоретических и натурных исследований;</p> <p><u>Владеть:</u> разнообразными подходами и приемами, позволяющими анализировать результаты различных экспериментов и способностью ставить перспективные задачи.</p>	Устный опрос
ОПК-6	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления о влиянии размеров частиц в конденсированных средах на квантовые эффекты (конфаймент); • модели формирования структуры и свойств наноматериалов • основные особенности электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств наноматериалов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики и технологии наноматериалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физике наноматериалов; • проводить научные исследования в области физики наноматериалов с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) и технологической базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами исследования наносистем; • методами теоретических расчетов механических, кинетических и магнитных свойств наносистем; • навыками решения задач по интерпрета- 	Устный опрос, письменный опрос

	ции связи механических, кинетических и магнитных свойств со структурой.	
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики и технологии наноматериалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики наноматериалов; использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач по физике наноматериалов; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования свойств наноматериалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики наноматериалов; экспресс анализом и диагностическими методами исследования наноматериалов; методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области механических, кинетических и магнитных свойств наноматериалов; <p>владеть способностью применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p>	Устный опрос, письменный опрос

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-1.

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение вырабатывать суждения и анализировать проблему в деталях и в целом на основе представлений	Ознакомлен с фундаментальными законами и принципами формирования физических	Демонстрирует навыки анализа и синтеза.	Успешно использует базовые знания и способности абстрактному

	о веществе и поле, законов термодинамики и квантовой физики; систематизировать результаты исследований.	явлений и методами анализа результатов.		мышлению и синтезу при решении перспективных проблем.
--	---	---	--	---

ОПК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	уметь использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Ознакомлен с использованием знаний современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Демонстрирует знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.	Показывает навыки успешного использования современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Показывает навыки успешного владения разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

1. Методы получения и виды наноструктурированных объектов и их особенности.

2. Критерии наноразмерности. Структура нанозерна. Ультрамелкие и мезозерна.
3. Чему равны координационные числа и число атомов, приходящиеся на одну ячейку для различных решеток?
4. Соотношение Холл-Петча для наночастиц.
5. Зависимость напряжения от деформации в нанометаллах и сплавах. Скольжение на границах. Сверхпластичность.
6. Природа границ зерен в наноматериалах. Методы управления их свойствами.
7. Диффузионная подвижность при деформации.
8. Модули упругости. Предел прочности, твердость.
9. Влияние размера частиц на энергию межатомного взаимодействия.
10. Температуры Дебая и плавления в наноматериалах.
11. Энергетический спектр фононов в наночастицах. Теплоемкость.
12. Причины, приводящие к снижению теплопроводности наноразмерных объектов.
13. Механизмы, приводящие к возрастанию электросопротивления.
14. Магнитные свойства наноматериалов. Влияние размера частиц на размер доменов, температуру Кюри, коэрцитивную силу.
15. Метод комбинационного рассеяния в исследовании свойств наноматериалов.

Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля

1. **Разрушение называют хрупким, когда:**
 - а) тело разрушается мгновенно;
 - б) разрушению предшествует слабая пластическая деформация;
 - в) разрушению не предшествует пластическая деформация.
2. **Идеальная прочность твердых тел принимается равной:**
 - а) $\sigma = E$; б) $\sigma = 0.1E$; в) $\sigma = 0.001E$.
3. **Предел текучести – это:**
 - а) напряжение, при котором появляется площадка текучести;
 - б) напряжение, равное половине предела прочности;
 - в) напряжение, при котором зависимость σ - ε отклоняется от линейной.
4. **Закон Гука в обобщенном виде:**
 - а) $F_i = -kx_i$; б) $\sigma_i = E\varepsilon_i$; в) $\sigma_{iklm} = C_{iklm}\varepsilon_{lm}$.
5. **Коэффициент интенсивности напряжения – это параметр:**
 - а) трещиностойкости; б) прочности; в) упругости.
6. **Напряжение при чистом сдвиге эквивалентно:**
 - а) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и под углом 45° к первоначальным граням;
 - б) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и под углом 45° к диагоналям куба;
 - в) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и к первоначальным граням куба.
7. **Выражение $\frac{\partial \sigma_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_2} + \frac{\partial \sigma_{13}}{\partial x_3} + \rho g_1 = \rho \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$ представляет:**
 - а) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении Ox_3 ;
 - б) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении Ox_2 ;
 - в) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении Ox_1 .
8. **Равенство нормальных компонент тензора деформации $\sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma_{33}$ соответствует условию:**

- а) всестороннего сжатия;
- б) всестороннего растяжения;
- в) деформации сдвига.

9. Коэффициентом затухания называется:

- а) отношение энергии, поглощенной за 1 период единицей объема тела к энергии, запасенной в том же объеме;
- б) величина, обратная расстоянию, которое проходит упругая волна, прежде чем ее амплитуда уменьшится в e ($e \sim 2,718$) раз;
- в) величина, обратная времени, за которое амплитуда упругой волны уменьшится в e раз.

10. Идеально упругим называется твердое тело:

- а) в котором внутренние напряжения и внутренние деформации не изменяются со временем и мгновенно спадают при прекращении внешнего воздействия;
- б) не изменяющее форму при внешнем воздействии;
- в) в котором не возникают внутренние напряжения и внутренние деформации при внешнем воздействии.

11. Коэффициентом поглощения называется:

- а) отношение энергии, поглощенной за 1 период единицей объема тела к энергии, запасенной в том же объеме;
- б) величина, обратная расстоянию, которое проходит упругая волна, прежде чем ее амплитуда уменьшится в e ($e \sim 2,718$) раз; в) величина, равная времени, за которое амплитуда упругой волны уменьшится в e раз.

12. Мерой внутреннего трения является:

- а) $\operatorname{tg}\varphi$; б) $\cos\varphi$; в) $\exp(\varphi/\pi)$,
- где φ - отставание деформации от напряжения по фазе.

13. Какой вывод следует из того факта, что коэффициент Пуассона $\nu < 1$:

- а) твердое тело легче растянуть, чем сжать;
- б) твердое тело легче сжать, чем растянуть; в) нет правильного ответа.

14. Эффективное значения прочности пористого вещества связано с прочностью сплошного тела формулой:

- а) $\sigma = \sigma_0 e^{-b\pi}$; б) $\sigma = \sigma_0 e^{b\pi}$; в) $\sigma = 1 - e^{-b\pi}$.

Где π – пористость (в долях).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лекциях __ 15 __ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60 __ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __ 15 __ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __ 10 __ бал.

- активное участие на практических занятиях __15__ бал.
- выполнение домашних работ __15__ бал.
- выполнение самостоятельных работ __20__ бал.
- выполнение контрольных работ __40__ бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Литература

Основная:

1. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с.
2. Новые материалы / Под ред. Ю.С. Карабасова. М.: МИСИС, 2002.-
3. 736 с.
4. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998.- 200 с.
5. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований / Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса. М.:Мир, 2002. - 292 с.
6. Теория и практика моделирования нанообъектов: Справ.пособие /
7. Т.А. Романова, П.О. Краснов, С.В. Качин, П.В. Аврамов. Красноярск: ИПЦКГТУ, 2002.- 223 с.
8. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / *Р.З. Валиев, И.В. Александров*. М.: Академкнига, 2007. - 398 с.
9. Nanostructured materials: processing, properties and potential applications / Edited by Carl C. Koch. Noyes Publications, USA. 2002. - 612 p.
10. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
11. Алымов М.И. Механические свойства нанокристаллических материалов. – М.: МИФИ, 2004. – 32 с.

дополнительная литература:

1. Б.М. Балоян, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, А.М. Кротов НАНОМАТЕРИАЛЫ. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. Учебное пособие Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша». Москва 2007- 125с
2. Морачевский А.Г., Воронин Г.Ф., Гейдерих В.А., Куценок И.Б. Электрохимические методы исследования в термодинамике металлических систем. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003
3. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
4. Лабораторный практикум "Получение и исследование наносистем"/ С.В. Антоненко, И.Ю. Безотосный, Г.И. Жабрев, А.А. Тимофеев / Под ред. Г.И. Жабрева. – М.: МИФИ, 2007. – 72 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Ресурсы МГУ www.nanometer.ru.
7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике газового разряда;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

1. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедиа проекционным оборудованием.
2. Практические занятия проводятся в лабораториях, оснащенных современным технологическим и измерительным оборудованием.
3. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается техническими возможностями лабораторий НОЦ «Нанотехнологии».