

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании кафедры  
протокол № 7 от « 20 » июня 2017 г.

Зав. кафедрой

 / Мулюков Р.Р.

СОГЛАСОВАНО:

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ НАНОМАТЕРИАЛОВ»**

*(наименование дисциплины)*

Дисциплина по выбору

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**28.03.03 Наноматериалы**

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

**"Объемные наноструктурные материалы"**

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

**Бакалавр**

*(указывается квалификация)*

Разработчик (составитель)	
проф., д.ф.-м.н.	
<i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>	

	___/ <u>Баимова Ю.А.</u>
	<i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: профессор, д.ф.-м.н., Баимова Ю.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и технологии наноматериалов протокол от «20» июня 2017г. № 7

Заведующий кафедрой

— 

/ Мулюков Р.Р./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры физики и технологии наноматериалов, протокол № 7 от «5» июня 2018 года.

Заведующий кафедрой

— 

/ Мулюков Р.Р./

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (*с ориентацией на карты компетенций*)
2. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся;
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий;
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю);
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля);
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости);
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

# 1. Пояснительная записка

## **Актуальность**

Освоение данной дисциплины необходимо для подготовки в области исследования, получения и использования нанокристаллических материалов, управления строением и свойствами таких материалов на основе знаний их структуры а также практический опыт в области физики наноструктурных материалов.

## **Место дисциплины в учебном процессе.**

В курсе предусмотрены лекционные, лабораторные занятия, индивидуальные занятия и самостоятельная работа магистров. Задачей курса является ориентирование магистров в вопросах и материалах изучаемой дисциплины, в выявлении связи разделов курса между собой и с другими

смежными учебными дисциплинами, в обзоре рекомендуемой научной и учебной литературы по курсу.

Цикл Б.3, профильная часть. Входит в цикл профессиональных дисциплин. Модуль «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» представляет собой одну из основополагающих дисциплин в профессиональной подготовке физиков по профилю «Физика конденсированного состояния вещества/ Физика наноструктур» Обучающийся должен знать физику конденсированного состояния вещества и механику сплошной среды, математический анализ, дифференциальные уравнения, общий курс физики.

Освоение «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» необходимо при изучении таких дисциплин, как «Основы проектирования технологических процессов и оборудования», «границы зерен и фаз в наноматериалах» и другие.

На индивидуальных занятиях проводятся консультации и контроль работы магистров с литературой по отдельным разделам курса. Самостоятельная работа магистров подразумевает проработку конспектов лекций, подготовку к лабораторным занятиям и к зачету.

## **Цели и задачи дисциплины.**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» являются углубление физической основы профессиональной подготовки студентов специальности ФНС в области исследования, получения и использования нанокристаллических материалов, управления строением и свойствами таких материалов на основе знаний их структуры а также практический опыт в области физики наноструктурных материалов.

Основными задачами дисциплины являются:

Дисциплина входит в цикл профессиональных дисциплин специалистов – физиков по наноматериалам. Модуль «Расчетно-графическая работа (РГР) по дисциплине «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» представляет собой одну из основополагающих дисциплин в профессиональной

подготовке физиков по профилю наноматериалы. Обучающийся должен знать основы проектирования технологических процессов получения таких материалов и приобрести умения приближенного вычисления накопленных деформаций, энергосиловых параметров ИПД, расчета заготовок и инструмента, подготовки технической и технологической документации. Освоение данной дисциплины необходимо для подготовки технологии и оснастки для апробации способов изготовления наноматериалов, проведения экспериментов, подготовки выпускных и аттестационных работ.

Освоение данной дисциплины предполагает привитие магистрам навыков самостоятельной работы с ГОСТами и специальной литературой по методикам аттестации механических свойств материалов.

### **Связь с другими дисциплинами рабочего учебного плана**

Дисциплина относится к циклу спецдисциплин по выбору учебного плана по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния».

Дисциплина базируется на курсах «Кристаллография», «Физика твердого тела», «Введение в нанотехнологии» и является базой для изучения дисциплины «Современные проблемы физики наноструктурных материалов».

Курс предполагает знание магистрами курсов «Дефекты кристаллического строения металлов» и «Физика металлов». Освоение дисциплины

«Современные проблемы физики наноструктурных материалов» подготавливает магистров к выполнению научной работы и инженерной деятельности в области разработки и исследования наноматериалов. Модуль

«Современные проблемы физики наноструктурных материалов» представляет собой одну из основополагающих дисциплин в профессиональной подготовке физиков по профилю «Физика конденсированного состояния». Обучающийся должен знать физику поверхности, общий курс физики и др.

### **Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате подготовки магистра по ООП по направлению 03.04.02

«Физика» обучающийся должен овладевать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)**:

способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естествен. наук (ОК-1);

способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-3);

способностью добиваться намеченной цели (ОК-6);

способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16),

В результате изучения дисциплины магистр должен получить следующие профессиональные компетенции (ПК):

- понимать физические процессы, ответственные за развитие упругой и пластической деформации и обеспечение высокопрочного состояния материалов;

- знать основные механизмы пластической деформации, их особенности и характер изменения в зависимости от условий деформирования;

- уметь анализировать результаты механических испытаний различных материалов;

- прогнозировать влияние особенностей структуры материала на его механические характеристики;

Также в ходе освоения данной дисциплины магистр должен развивать в себе следующие **профессиональные компетенции (ПК)**:

- Способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);

- способность применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

основные методы, оборудование и оснастку для деформационной обработки металлов и сплавов. обеспечивающие формирование в них наноструктуры, требования к технологическим процессам и типовым документам

**уметь:**

выполнять расчеты накопленных деформаций, энергосиловых параметров деформации, проектировать заготовку, инструмент, обосновано назначать режимы деформации, разрабатывать технологическую документацию

## 2. Содержание учебной дисциплины

### .Объем дисциплины и виды учебной работы.

Согласно ООП подготовки магистра по направления 03.04.02 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния» и рабочему учебному плану (РУП) по дисциплине «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» отводится:

общий объем часов по дисциплине 144, в том числе аудиторных часов 36.

Разбиение общего числа часов по видам учебных занятий с указанием их объемов приведено в таблице 1.

Таблица 1

Виды учебной работы	Количество часов по семестрам	
	Общий объем по РУП 48 часов	№ семестра
Аудиторные занятия	36	36
Лекции	18	18

Лабораторные занятия		
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа студентов	94	94
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8
Виды контроля	Зачет	Зачет

### Тематический план дисциплины

В таблице 2 приведены основные темы дисциплин с указанием разбиения часов по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Основные темы дисциплины	Количество часов			
		лекции	Лабор. занятия	Сам. работа студентов	КСР
1.	Структура наноматериалов	2		10	
2.	Сравнительные размеры объектов. Нанотехнологии, наноматериалы, нанонаука, наночастица, нанотехника Классификация наноматериалов	4	4	12	
3.	Методы исследования наноматериалов . Общая классификация методов. Электронная микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Оптические методы.	2	4	16	
4.	Свойства наноматериалов. Общая характеристика Электронное строение Фазовые равновесия и термодинамика Фононный спектр и термические свойства Свойства типа проводимости	2	6	14	2

5.	Магнитный гистерезис в ферромагнетиках, основные характеристики магнитного гистерезиса. Механизмы перемагничивания и влияние размера зерен на коэрцитивную силу. Суперпарамагнетизм, однодоменное состояние	4	6	14	2
----	---	---	---	----	---



6.	<p>Основные механические характеристики материалов</p> <p>Прочность реальных кристаллов</p> <p>Влияние размера зерен на механические свойства металлов и сплавов. Соотношение Холла – Петча</p>	2	6	16	2
7.	<p>Равновесность и неравновесность нанокристаллических материалов. Эволюция наноструктур при нагреве.</p> <p>Общие закономерности роста зерен.</p>	2			2

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

по дисциплине \_ Современные проблемы физики наноструктурных материалов на \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_ семестре

(наименование дисциплины)

Рабочую программу осуществляют:

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_  
Учебных часов:

лекций (в т.ч. в интерактивных формах) \_\_\_\_\_ 16 \_\_\_\_\_

семинарских (в т.ч. в интерак. формах) \_\_\_\_\_

Лекции: \_\_\_\_\_ профессор кафедры физики

и

\_\_\_\_\_ технологии наноматериалов

\_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. Назаров А.А.

(должность, уч. степень, ф.и.о.)

практических (в т.ч. в интерактивных формах) \_\_\_\_\_ 26 \_\_\_\_\_

Лабораторных \_\_\_\_\_

консультаций \_\_\_\_\_

Лабораторные занятия: \_\_\_\_\_ профессор кафедры физики и

\_\_\_\_\_ технологии наноматериалов

\_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. Назаров А.А.

зачет \_\_\_\_\_ 11 семестр \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень., ф.и.о.)

ЭКЗАМЕН \_\_\_\_\_  
самостоятельная работа студентов 94 (11 семестр)

---

КСР 8 (11 семестр)

---

№	Тема и содержание	Форма изучения материала	Количество часов	Интерактивные методы обучения	Межпредметные связи	Инновационные методы в обучении	Основная и дополнит. литература	Задания по самостоятельной работе студентов	Количество часов	Формы контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>Структура наноматериалов.</b> Введение. Сравнительные размеры объектов. Нанотехнологии, наноматериалы, нанонаука, наночастица, нанотехника. Классификация наноматериалов. Особенности структуры наноматериалов Дефекты в наноструктурных материалах Основные разновидности углерода.	ЛК	6	Самостоятельная работа с литературой	Физика поверхности	Компьютерные обучающие программы	Осн. [2 гл.1, гл.2 п.2.1-гл.3, п.3.1.; 3 гл.1; 5 разд. 2. пп.2.1-2.3, разд.5] Доп. [8, 10, 11, 12 ]	Основные положения физики твердого тела		
2	<b>Методы исследования наноматериалов .</b> Общая классификация методов. Электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Оптические методы.	ЛК ЛР	2 14		Электронная микроскопия и микроанализ Оптика		Осн. [1 гл..2, пп. 2.1 -2.5; 5, гл.7]; Доп. [ 1; 4, разд.7 пп 7.1-7.2; 10]			Опрос
3	<b>Свойства</b>			Метод Case-		Блочномодульное				

	<b>наноматериалов.</b> Общая характеристика Электронное строение Фазовые равновесия и термодинамика Фононный спектр и термические свойства Свойства типа проводимости	ЛК ЛР СР	16	study Самост. работа с литературой	Физика конденсированного состояния, термодинамика	обучение. Бально-рейтинговая оценка знаний	Осн. [2 гл3, пп.3.1-3.5; 3 гл.2; , 5, ] Доп. [ 1; 4, гл.1 пп 1.3-1.4; 7 ]]	Основные положения физики твердого тела, термодинамики	4	Контрольные работы
4	<b>Магнитные характеристики наноматериалов.</b> Прямой и косвенный обмен. Магнитный гистерезис в ферромагнетиках, основные характеристики магнитного гистерезиса. Механизмы перемангничивания и влияние размера зерен на коэрцитивную силу Суперпарамагнетизм, однодоменное состояние. Экспериментальное изучение доменной структуры субмикрористаллических ферромагнетиков НК магнитомягкие материалы. НК магнитотвердые материалы	ЛК СР	6		Электричество и магнетизм		Осн. [[2 гл3, пп.3.6, 3 гл.2] Доп. [ 4, гл.1 п 1.5, 9]	Основные положения физики магнитных явлений	4	Опрос
5	<b>Механические свойства наноматериалов.</b> Основные			Самостоятельная	Механика, основы		Осн. [ 2, гл3, п 3.7, 4]	Механический	3	опрос

	<p>механические характеристики материалов</p> <p>Прочность реальных кристаллов</p> <p>Влияние размера зерен на механические свойства металлов и сплавов. Соотношение Холла – Петча</p> <p>Механические свойства наноматериалов, полученных ИПД.</p> <p>Механизмы деформации наноматериалов</p>	ЛК СР	4	работа с литературой	механики сплошных сред		Доп. [4, гл1, пп.1.2; ]	ие свойства металлов и сплавов		
6	<p><b>Стабильность наноструктурных материалов.</b></p> <p>Равновесность и неравновесность нанокристаллически материалов. Эволюция наноструктур при нагреве. Общие закономерности роста зерен. Диффузия в нанокристаллически х материалах. Воспроизводимость наноструктур. Супрамолекулярные структуры. Реакционная способность.</p>	ЛК СР	4	Метод Case-study (анализ конкретных практических ситуаций) на семинарском занятии	Физика конденсированного состояния, термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика		Осн. [ 2, гл.3, пп. 3.8-3.9; 5, разд.3 п.3.1] Доп. [4, разд.8 п.8.5]		2	опрос

	Катализ .									
7	<b>Основные технологии получения наноматериалов .</b> Общая характеристика. Технологии получения консолидированных материалов. Технологии получения наноструктурных полупроводников. Технология получения полимерных, пористых, трубчатых наноматериалов. Технология получения биологических наноматериалов	ЛК ЛР СР	4		Физика поверхности	Компьютерные обучающие программы	Осн. [ 1, гл3. пп.3.1-3.7; 4, 5, разд 4, пп.4.1-4.4] Доп. [ 4, разд 6 пп.6.1-6.6.]			опрос
8	<b>Наноматериалы со специальными свойствами.</b> Композиционные материалы. Материалы со специальными физическими свойствами Медицинские и биологические материалы Микро- и наноэлектромеханические системы Наноматериалы для защиты окружающей среды	ЛК ЛР СР	4		Физика конденсированного состояния, термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика		Осн. [ 1, гл.5 пп.5.2-5.4; 2, гл.5 пп. 5.3 -5.5.; 5, разд. 6] Доп. [1, 2, 10 ]			опрос
9	<b>Применение наноструктурных материалов</b>						Осн. [ 1, глава 5,			

<p>Общая характеристика. Использование наноматериалов в транспортном машиностроении. Авиационная и космическая техника. Автомобильная промышленность Применение наноматериалов в военной технике и средствах защиты. Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы и покрытия. Заключение</p>	<p>ЛР ЛР СР</p>	<p>4</p>				<p>пп. 5.1, 5.5-5.7.; 2 гл5 пп. 5.1-5.2.; 3 гл.2;] Доп. [1, 2, 7 ]</p>		<p>2</p>	<p>опрос</p>
--	-------------------------	----------	--	--	--	--	--	----------	--------------



## 4. Образовательные технологии

При обучении студентов по ООП подготовки магистров по направлению

03.04.02 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния» по дисциплине «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» с целью повышения качества подготовки специалиста, активизации познавательной деятельности магистров, раскрытия творческого потенциала, организации учебного процесса с высоким уровнем самостоятельности используются следующие образовательные технологии:

- личностно-ориентированное обучение;
- кейс-метод;
- проблемное обучение;
- модульно-рейтинговая система оценки знаний;
- тестовые формы контроля знаний.

**Личностно-ориентированное обучение.** Личностно ориентированное образование рассматривается как образование, которое ориентировано на обучающегося как основную ценность образовательного процесса. Оно востребует имеющийся опыт магистров и создает условия для формирования и проявления его личностных качеств, способствует развитию мышления, становлению творческой, активной, инициативной личности, удовлетворяет познавательные и духовные потребности обучающихся, стимулирует развитие интеллекта, социальных и коммуникативных способностей, навыков самообразования и саморазвития.

**Кейс-метод** или **Кейс-стади (Case-study)** - анализ конкретных практических ситуаций. Этот метод предполагает переход от накопления знаний к практико-ориентированной деятельности. Цель этого метода — научить магистров анализировать информацию, выявлять ключевые проблемы, выбирать альтернативные пути решения, оценивать их, находить оптимальный вариант и формулировать программы действий и реализовывать ее. При анализе конкретных ситуаций особенно важно то, что здесь сочетается индивидуальная работа обучающихся с проблемной ситуацией и групповое обсуждение предложений, подготовленных каждым членом группы. Это позволяет обучающимся развивать навыки групповой, командной работы. В результате проведения индивидуального анализа, обсуждения в группе, определения проблем, нахождения альтернатив, выбора действий и плана их выполнения обучающиеся получают возможность развивать навыки анализа и планирования.

**Проблемное обучение.** При обучении данной дисциплине указанный метод применяется при проведении 4 часов проблемных лекций в каждый семестр.

Преподаватель, используя самые различные источники и средства, прежде чем излагать материал, ставит проблему, формулирует познавательную задачу, а затем, раскрывая систему доказательств, сравнивая точки зрения, различные подходы, показывает способ решения поставленной задачи. Магистры как бы становятся свидетелями и соучастниками научного поиска. Данный метод

относится к интерактивным методам. В процессе изложения материала преподаватель постоянно обращается к магистрам, предлагая высказывать свою точку зрения, давая возможность магистрам включиться в дискуссию и отстаивать свою точку зрения.

**Модульно-рейтинговая система оценки знаний.** Для оценки знаний магистров направления 03.04.02 «Физика», профиль «Физика конденсированного состояния» используется модульно-рейтинговая система согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости магистров, разработанному в соответствии с Федеральным законом от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ «О высшем и послевузовском образовании»,

«Типовым положением об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении)», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 14.02.2008 г. №71, и Уставом БашГУ.

**Тестовые формы контроля знаний.** При проведении промежуточных и рубежных контролей по модульно-рейтинговой системе оценки знаний используются тестовые задания. К каждому тестовому заданию разработаны вопросы, приведенные ниже. Использование тестовых заданий позволяет существенно сократить время на проведение письменного опроса. Тестовые задания на промежуточный контроль содержат более подробные задания по материалу части модуля. Рубежный контроль охватывает вопросы по всему изученному модулю и содержит основные законы и положения модуля.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А. Петкова А.П. Нанотехнологии и специальные материалы, Санкт-Петербург, Химиздат 2009. 336с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М.: Академия, 2005, 192 с.
3. Мир материалов и технологий. Мировые достижения - 2008 год. Сб. под ред. П.П. Мальцева, М.: Техносфера 2008. 152 с.
4. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. 2-е изд., испр. М.: Физматлит, 2007. -414 с.
5. Балоян Б.М., Колмаков А.Г. Алымов М.И. Кротов А.М. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. М.: Издательство Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2007. – 125 с.

### **Дополнительная**

1. Белая книга по нанотехнологиям. Сост. Аржанцев В.И. и др. М.: Издательство ЛКИ, 2008.-348с.
2. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. М.: Машиностроение, 2007. 496 с.

3. *Гуляев А.П.* Металловедение: Учебник для вузов. 6-е изд. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
4. *Азаренков Н.А. Берсенев В.М. Погребняк. И др.* Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии: Учебное пособие. Харьков, : ХГУ, 2009. 209 с.
5. *Кобаяси Н.* Введение в нанотехнологию (пер. с японск). 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 134 с.
6. *Меретуков М. А и др.* Кластеры, структуры и материалы наноразмера: инновационные и технические перспективы. М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2005-128 с.
7. *Рыжонков Д.И. и др.* Наноматериалы / Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 365 с.
8. *Сидоров Л. Н., Юровская М. А, Борщевский А Я. и др.* Фуллерены. М.: Экзамен, 2005. 688 с.
9. *Г.Ф Корзникова, А.И.Дерягин, А.В.Корзников* Доменная структура субмикрoкристаллических ферромагнетиков // ФММ. 2010. Т. 109 №1. С. 9-17.
10. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества. Под ред. Ю.Д. Третьякова. М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2010.- 171с.
11. <http://www.nanometer.ru>
12. <http://www.rusnano.com>
13. <http://www.nanonewsnet.ru>
14. <http://www.rusnanonet.ru>

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий используется аудиторный и лабораторный фонд физико-технического института БашГУ.

## **7. Методические рекомендации для преподавателя**

### **Методические рекомендации к лекционным занятиям.**

При подготовке и проведении занятий преподавателю необходимо обратить внимание на следующие моменты:

-на необходимость введения четких определений всех новых понятий и терминов, рассматриваемых по каждой теме;

-на актуальность рассматриваемых вопросов в различных системах связи;

-на связь рассматриваемых вопросов со смежными дисциплинами, в частности, с физикой, математикой, вычислительной техникой.

Качественное преподавание дисциплины «Методы получения наноматериалов» невозможно без использования современной вычислительной техники и мультимедийного оборудования.

При выполнении практических работ студент должен продемонстрировать следующее:

степень усвоения теоретического материала;

умение применения теоретического материала при анализе полученных экспериментальных данных

умение расчетов погрешностей экспериментальных данных и расчетных значений;  
умение обоснования эффективности предлагаемых или рассматриваемых технических решений при выполнении лабораторных работ,  
объем и полноту изучения рекомендованных литературных источников.

### **Методические рекомендации к практическим занятиям.**

Все практические занятия должны проводиться с интерактивной форме. Одним из наиболее подходящим методом является кейс-метод, описанный в главе 4. Необходимо стимулировать магистров к активному использованию сети Интернет при самостоятельной подготовке к занятиям. При математической обработке результатов студенты должны использовать компьютер и проводить расчеты в программе Excel. Поощрять студентов за оформление отчета в программе Word.

## **8. Методические рекомендации для магистров**

Приступая к изучению предмета, необходимо ознакомиться с учебной программой курса «Методы получения наноматериалов». Каждый раздел и подраздел курса должен быть в процессе изучения кратко законспектирован. После проработки каждого раздела курса по конспектам лекций и по рекомендованным учебным пособиям необходимо ответить на контрольные вопросы, помещенные в конце каждой темы учебного пособия. По каждому из разделов лекционного материала магистры выполняют лабораторную работу, в которой они должны показать следующие результаты:

- отчет по каждой лабораторной работе защищается магистром;
- во время защиты магистр должен продемонстрировать понимание всех методических подходов, связанных с выполнением данной лабораторной работы;
- полученные численные и графические результаты должны быть кратко описаны в тексте отчета и в выводах;
- при выполнении лабораторных работ магистр должен проявить понимание теоретических предпосылок для решения данного конкретного задания, обоснованно выбрать метод решения, максимально использовать доступные компьютерные программы.

## **9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистров**

При изучении дисциплины «Современные проблемы физики наноструктурных материалов» предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

Самостоятельная работа с литературой. Темы для самостоятельного изучения приведены в рабочей программе по каждому модулю с указанием параграфов основной и дополнительной литературы, в достаточном количестве

содержащейся в библиотеке. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течении 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная подготовка по материалам лекций к прохождению промежуточного и рубежного контроля. Вопросы по данным видам контроля приведены в соответствующей главе и выдаются магистрам заблаговременно. Контроль данной работы проходит в начале каждого лекционного занятия в течении 10-15 минут по тестовым заданиям.

Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе, включающая в себя изучение теоретического материала, планирование эксперимента, подготовку экспериментального журнала. Необходимый методический материал приведен в Методических указаниях к лабораторной работе, выдаваемых магистру преподавателем заранее. Перечень методических указаний приведен в пункте дополнительной литературы. Контроль данной работы проходит в начале каждого лабораторного занятия в течении 10-15 минут в виде допуска по результатам рабочей дискуссии микро группы студентов, совместно выполняющих данный физический эксперимент.

Самостоятельная работа по математической обработке и анализу полученных результатов, подготовке отчета и ответа на контрольные вопросы . Контроль данной работы проходит на лабораторном занятии в виде защиты отчета и ответа на контрольные вопросы.

## **10. Контрольно-оценочные материалы, формы и критерии контроля знаний**

Текущая, промежуточная и итоговая аттестация проводится по модульно- рейтинговой системе согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости магистров.

### **Текущий контроль.**

**Текущий контроль** - это контроль над всеми видами аудиторной и внеаудиторной работы магистров по данному дисциплинарному модулю, результаты которой оцениваются до рубежного контроля.

Текущий контроль по теоретическому материалу части модуля (лекционному и материалу самостоятельного изучения) проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц - опроса по 6 вопросам, требующим краткого ответа. Это основные определения, физические понятия, законы и теоремы, вопросы на понимание физической сути изучаемых явлений. Каждый вопрос оценивает как часть от максимального балла, назначенного на данный текущий контроль. В зависимости от объема модуля проводится 1-2 текущих контроля. Список вопросов к каждому текущему контролю выдается студентам заранее.

Текущий контроль по лабораторным занятиям проводится в виде отметки о выполнении работы (2 балла) и защиты отчета по лабораторным работам (2 балла). Проводится текущий контроль по семинарским занятиям.

### **Рубежный контроль.**

**Рубежный контроль** – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом.

Рубежный контроль проводится в форме тестового опроса или в виде письменного блиц-опроса по 10 вопросам, требующим краткого ответа. Каждый вопрос оценивается как часть от максимального балла, назначенного на рубежный контроль. Вопросы охватывают материал целого модуля и также включают темы лекционных занятий и самостоятельной работы.

По результатам суммарного текущего контроля по всем видам учебной деятельности и рубежного контроля выставляется промежуточный контроль.

### **Итоговый контроль.**

**Итоговый контроль** – форма контроля, проводимая по завершении изучения дисциплины в семестре.

Итоговый контроль на третьем семестре проводится в форме зачета по теоретическому материалу.

Итоговый контроль на четвертом семестре проводится в форме экзамена по теоретическому материалу.

### **Итоговый контроль.**

Магистр получает зачет согласно бально-рейтинговой системе. Итоговый контроль оценивается максимально в 20 баллов, если магистр отвечает правильно на 10 из 10 предложенных вопросов.

При приеме экзамена используются следующие критерии.

#### **(30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Магистру необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Магистр должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Магистр должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

#### **(20 баллов)**

Ответ магистра должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Магистру необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Магистру необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

#### **(10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

#### **(0 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Магистр не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные источники. Ответ магистра не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

### **Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу.**

1. Дайте определение понятий «наноматериал» «наночастица» «нанокompозит», «нанотехнология», «нанонаука».
2. В чем состоит междисциплинарность нанотехнологии как направления и каково ее значение для научно-технического прогресса?
3. Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов.
4. Какими размерами зерен (слоев, включений, пор) характеризуются наноматериалы?
5. Чем обусловлены верхняя и нижняя граница диапазона наноструктур?
6. Дайте общую характеристику структуры наноматериалов.
7. Выведите соотношения, описывающие зависимость общей доли поверхностей раздела, а также долей межзеренных границ и тройных стыков от размера кристаллитов.
8. Какие факторы определяют ширину рентгеновских пиков?
9. Сравните достоинства и недостатки методов сканирующей туннельной микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии
10. Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
11. Могут ли нанокристаллы быть бездефектными?
12. Охарактеризуйте основные этапы истории изучения размерных эффектов.
13. Каковы особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах?
14. В чем суть квантовых размерных эффектов?
15. Охарактеризуйте квантовые стенки, проволоки и точки.
16. Приведите примеры и объясните влияние размерных эффектов на электронную структуру наноматериалов.
17. Перечислите основные факторы, влияющие на неравновесное состояние наноматериалов.
18. Приведите примеры и объясните природу наличия метастабильных фаз в наноматериалах.
19. Охарактеризуйте особенности фазовых превращений в наноструктурах.
20. Каковы особенности фононного спектра и тепловых свойств наноматериалов?
21. Как меняется теплоемкость наноматериалов в зависимости от размера кристаллитов?
22. Как влияет размер кристаллитов на коэффициент термического расширения и температуру плавления наноматериалов?
23. Охарактеризуйте влияние размера кристаллитов на электрические свойства наноматериалов.

24. Каковы особенности теплопроводности и добротности наноматериалов?
25. Охарактеризуйте магнитные свойства наноматериалов.
26. В чем суть суперпарамагнетизма?
27. Как меняется прочность, твердость и пластичность при уменьшении размера зерна в наноматериалах? Что осложняет изучение этих характеристик?
28. Какие факторы способствуют термической стабильности наноматериалов?
29. Охарактеризуйте особенности структуры супрамолекулярных материалов.
30. Приведите примеры влияния размерных эффектов на реакционную способность и каталитическую активность наноматериалов
31. Охарактеризуйте классификацию консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структуры.
32. Перечислите основные методы получения ультрадисперсных порошков.
33. Охарактеризуйте основные схемы получения ультрадисперсных порошков и наноматериалов конденсационными методами.
34. Перечислите достоинства и недостатки высокоэнергетического измельчения, механохимического и плазмохимического синтеза.
35. В чем состоят основные особенности методов консолидации наноматериалов?
36. Охарактеризуйте получение наноматериалов методами интенсивной пластической деформации и контролируемой кристаллизации из аморфного состояния.
37. В чем достоинства и недостатки технологии пленок и покрытий как метода изготовления наноматериалов?
38. Охарактеризуйте основные методы получения нанополупроводников.
39. Каковы механизмы роста пленок из пара?
40. Как формируются гетероструктуры с квантовыми точками?
41. В чем особенности получения гибридных, пористых и супрамолекулярных наноматериалов? Охарактеризуйте методы получения углеродных наноструктур