

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Наноматериалы М2.ДВ.2

Направление подготовки: 011200.68 - Физика  
Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тагиров Л.Р.

**Рецензент(ы):**

Деминов Р.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## 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) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Тагиров Л.Р. Кафедра физики твердого тела Отделение физики , ltagirov@mail.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Изучение основ теории и практики современных методов синтеза и исследования наноразмерных структур. Теоретическое овладение методами синтеза и характеристики низкоразмерных структур.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Является частью Р.4 модуля М.2 профессионального цикла. Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке студентов по модулям высшей математика, общая физика (разделы: "Молекулярная физика", "Электричество", "Атомная физика") теоретическая физика (разделы "Электродинамика", "Квантовая теория", "Статистическая физика"). Осваивается на шестом курсе (семестр В).

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные типы современных методов синтеза и исследования наноструктур

2. должен уметь:

выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи; использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных со свойствами наноструктур.

3. должен владеть:

навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности; работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой; проведения физического эксперимента.

применять на практике базовые профессиональные знания теории и методов физических исследований; пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации; понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований.

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Традиционные методы осаждения пленок	3	1	2	1	0	устный опрос
2.	Тема 2. Методы, использующие сканирующие зонды	3	2	2	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Нанолитография	3	3	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Саморегулирующиеся процессы	3	4	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Формирование наноструктурированных материалов	3	5	2	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. Микроскопия Дифракционный анализ. Спектральный анализ.	3	6-10	3	6	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			13	13	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Традиционные методы осаждения пленок

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

1.1. Осаждение из химических паров. 1.2. Молекулярно-лучевая эпитаксия. 1.3. Магнетронное распыление. 1.4. Импульсное лазерное испарение. 1.5. Осаждение атомарных слоев (газофазная эпитаксия).

###### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Магнетронное распыление. Импульсное лазерное испарение.

##### Тема 2. Методы, использующие сканирующие зонды

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

2.1. Физические основы, атомная инженерия. 2.2. Локальное окисление металлов и полупроводников. 2.3. Локальное химическое осаждение из газовой фазы.

###### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Локальное окисление металлов и полупроводников.

##### Тема 3. Нанолитография

###### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

3.1. Электронно-лучевая литография. 3.2. Профилирование резистов сканирующими зондами. 3.3. Нанопечать. 3.4. Сравнение нанолитографических методов.

**Тема 4. Саморегулирующиеся процессы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

4.1. Самосборка. 4.2. Самоорганизация в объемных материалах. 4.3. Самоорганизация при эпитаксии. 4.4. Осаждение пленок Ленгмюра-Блоджетт.

**Тема 5. Формирование наноструктурированных материалов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

5.1. Пористый кремний. 5.2. Пористый оксид алюминия и структуры на его основе. 5.3. Углеродные нанотрубки и фуллерены.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Углеродные нанотрубки и фуллерены.

**Тема 6. Микроскопия Дифракционный анализ.Спектральный анализ.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

6.1. Просвечивающая электронная микроскопия. 6.2. Автоэлектронная и автоионная микроскопия. 6.3. Сканирующая электронная микроскопия. 6.4. Сканирующая туннельная микроскопия. 6.5. Атомно-силовая микроскопия. 6.6. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля. 7.1. Рентгеновская дифракция. 7.2. Дифракция электронов. 8.1. Рентгеновская спектроскопия. 8.2. Оже-спектроскопия. 8.3. Фотоэлектронная спектроскопия. 8.4. Инфракрасная спектроскопия. 8.5. Комбинационное рассеяние света. 8.6. Люминесцентный анализ. 8.7. Радиоспектроскопия. 8.8. Мессбауэровская спектроскопия.

**практическое занятие (6 часа(ов)):**

Сканирующая туннельная микроскопия. Рентгеновская дифракция. Мессбауэровская спектроскопия.

**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. Традиционные методы осаждения пленок	3	1	Опрос/устный опрос	1	Опрос/устный опрос
2.	Тема 2. Методы, использующие сканирующие зонды	3	2	Опрос/устный опрос	1	Опрос/устный опрос
3.	Тема 3. Нанолитография	3	3	Опрос/устный опрос	1	Опрос/устный опрос
4.	Тема 4. Саморегулирующиеся процессы	3	4	Опрос/устный опрос	2	Опрос/устный опрос
5.	Тема 5. Формирование наноструктурированных материалов	3	5	Опрос/устный опрос	2	Опрос/устный опрос
6.	Тема 6. Микроскопия Дифракционный анализ.Спектральный анализ.	3	6-10	Опрос/устный опрос	2	Опрос/устный опрос
	Итого				9	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Лекции, самостоятельная работа студента, консультации. Лекционные занятия предполагают использование аудитории, оснащенной современным мультимедийным оборудованием.

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

### **Тема 1. Традиционные методы осаждения пленок**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема 2. Методы, использующие сканирующие зонды**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема 3. Нанолитография**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема 4. Саморегулирующиеся процессы**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема 5. Формирование наноструктурированных материалов**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема 6. Микроскопия Дифракционный анализ.Спектральный анализ.**

Опрос/устный опрос , примерные вопросы:

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Текущий контроль успеваемости осуществляется на основании письменных контрольных работ и отчетов по индивидуальным заданиям. Итоговый контроль осуществляется в форме устного зачета по лекционному курсу. Самостоятельная работа студентов заключается в повторении лекционного материала (конспекты лекций), изучении материала, вынесенного на самостоятельное изучение (рекомендованная литература), выполнении контрольных работ.

### **7.1. Основная литература:**

1. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - М.: Физматлит, 2005. - 416 с.
2. Суздаев, И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздаев. - М.: КомКнига, 2006. - 592 с.
3. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В. Л. Миронов. - М.: Техносфера, 2005. - 144 с.
3. Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. - М.: Физматлит, 2010. - 456 с.
4. Наноматериалы и нанотехнологии / В. М. Анищик и др. - Минск: Издательский центр БГУ, 2008. - 375 с.
5. Рамбиди, Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. - М.: Физматлит, 2008. - 456 с.

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.
2. Дьячков, П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П. Н. Дьячков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 488 с.

3. Гриднев, С. А. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 352 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Наноматериалы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Теоретическая и математическая физика .

Автор(ы):

Тагиров Л.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.