

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**

Введение в физику кластеров и наночастиц М2.ДВ.5

Направление подготовки: 050100.68 - Педагогическое образование

Профиль подготовки: Образование в области физики

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ситдииков А.С.

**Рецензент(ы):**

Мокшин А.В. , Сафаров Р.Х.

**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) Ситдиков А.С.

### 1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Введение в физику кластеров и наночастиц" относится к вариативной части общенаучного цикла дисциплин учебного плана подготовки магистров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 050100.68 Педагогическое образование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплину "Введение в физику кластеров и наночастиц" обеспечивают знания, полученные студентами при изучении таких курсов как "квантовая механика", "ядерная физика" и "Физика твердого тела и полупроводников". После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их строением и структурой при решении научных и научно-прикладных проблем, связанных с подготовкой магистерской диссертации.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                       | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|--|---|
| ОК-4<br>(общекультурные компетенции)   | Знать: общие понятия о ресурсно-информационных базах для решения профессиональных задач, связанных как с научными исследованиями в области физики, так и в области методики преподавания физики<br>Уметь: формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач<br>Владеть: соответствующим понятийным, физико-математическим аппаратом   |
| ОК-5<br>(общекультурные компетенции)   | Знать: основные концепции, связанные с информационными технологиями в области физико-математического образования<br>Уметь: использовать информационные технологии, а также новые знания и умения в областях, не связанных со сферой физических исследований и физико-математического образования<br>Владеть: способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения |
| ПК-1<br>(профессиональные компетенции) | Знать: современные методики и технологии организации и реализации образовательного процесса на различных образовательных ступенях в образовательных учреждениях<br>Уметь: практически применять методы и технологии современного физико-математического образования<br>Владеть: навыками тестирования, апробации и использования методов и технологий физико-математического образования в различных образовательных учреждениях                          |

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|---|--|
| ПК-16<br>(профессиональные компетенции) | Знать: основные положения и содержание современных образовательных технологий и методик обучения Уметь: проектировать новое учебное содержание, технологии и конкретные методики обучения Владеть: методами проектирования современных учебных программ и конкретных методик обучения            |
| ПК-2<br>(профессиональные компетенции)  | Знать: общие понятия, алгоритмы и методы диагностики и оценивания качества образовательного процесса Уметь: осуществлять мониторинг качества образовательного процесса Владеть: методами анкетирования, тестирования, оценки знаний, умений и навыков студентов                                  |
| ПК-4<br>(профессиональные компетенции)  | Знать: методы, концепции и подходы организации исследовательской работы обучающихся Уметь: ставить актуальные исследовательские задачи и выполнять соответствующий контроль Владеть: навыками руководства исследовательской работой обучающихся  |
| ПК-8<br>(профессиональные компетенции)  | Знать: подходы в разработке и реализации образовательных моделей, методик, технологий и приемов к анализу результатов процесса Уметь: разрабатывать, использовать и предлагать оригинальные методики и подходы в обучении Владеть: методами формирования и реализации образовательных технологий |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- Основные представления об углеродных наноструктурах. Фуллерены, нанотрубки, графен, их физические свойства. Хиральность углеродных нанотрубок. Электронная структура, электронный спектр, проводимость углеродных нанотрубок. Дефекты нанотрубок. Методы получения и разделения полупроводниковых и металлических нанотрубок, структур на их основе.

- Роль фундаментальных закономерностей, определяющих физико-химические особенности формирования микро- и наноразмерных структур, в развитии технологии и производстве. Экономические и технологические основы уменьшения размеров элементов электроники.

2. должен уметь:

- объяснять сущность физических явлений и процессов в твердых телах, производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов;

- определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа;

- выполнить расчет колебаний атомной цепочки;

- произвести расчеты кинетических характеристик твердых тел в приближении свободного электронного газа;

3. должен владеть:

Математическими знаниями и умело их использовать при выполнении курсовых, дипломных работ и в дальнейшей своей профессиональной деятельности. Понимать проблему взаимосвязи эмпирического и теоретического знания в физике.

Решать задачи по физике наноструктур и нанотехнологии.

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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<br>Дисциплины/<br>Модуля                                    | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Установочная лекция. Введение.                             | 3       | 1-3                | 2   | 0                       | 0                      | письменная работа         |
| 2. | Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.    | 3       | 4-6                | 0   | 4                       | 0                      | устный опрос              |
| 3. | Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.  | 3       | 7-10               | 2   | 0                       | 0                      | письменная работа         |
| 4. | Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью. | 3       | 11-14              | 0   | 6                       | 0                      | устный опрос              |
| 5. | Тема 5. Зачет.   | 3       | 15                 | 0   | 2                       | 0                      | отчет                     |
|    | Тема . Итоговая форма контроля                                     | 3       |                    | 0   | 0                       | 0                      | зачет                     |
|    | Итого  |         |                    | 4   | 12                      | 0                      |                           |

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Установочная лекция. Введение.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

**Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.**

*практическое занятие (4 часа(ов)):*

**Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

**Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.**

*практическое занятие (6 часа(ов)):*

**Тема 5. Зачет.**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

### 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. Установочная лекция. Введение.                             | 3       | 1-3             | подготовка к письменной работе        | 6                      | письменная работа                     |
|    |  |         |                 | подготовка к письменной работе        | 6                      | письменная работа                     |
| 2. | Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.    | 3       | 4-6             | подготовка к устному опросу           | 5                      | устный опрос                          |
|    |  |         |                 | подготовка к устному опросу           | 5                      | устный опрос                          |
| 3. | Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.  | 3       | 7-10            | подготовка к письменной работе        | 6                      | письменная работа                     |
|    |  |         |                 | подготовка к письменной работе        | 6                      | письменная работа                     |
| 4. | Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью. | 3       | 11-14           | подготовка к устному опросу           | 5                      | устный опрос                          |
|    |  |         |                 | подготовка к устному опросу           | 5                      | устный опрос                          |
| 5. | Тема 5. Зачет.   | 3       | 15              | подготовка к отчету                   | 6                      | отчет                                 |
|    |  |         |                 | подготовка к отчету                   | 6                      | отчет                                 |
|    | Итого  |         |                 |                                       | 56                     |                                       |

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

Применяемые образовательные методы и формы проведения занятий:

Проведение лекций в виде компьютерных презентаций и обсуждение материала по теме.

Проведение контрольных работ и выполнение заданий по курсу.

Лекционные и практические занятия построены с применением компьютерной презентации, решения задач с привлечением данных реальных экспериментов. В часы практических занятий проводятся контрольные работы и опросы, что дает возможность оценить усваиваемость материала студентами и при необходимости подробно остановиться на проблемных вопросах.

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

#### Тема 1. Установочная лекция. Введение.

письменная работа , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

письменная работа , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

### **Тема 2. Фононы и кластеры в системах с пониженной размерностью.**

устный опрос , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

устный опрос , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

### **Тема 3. Примесные состояния в системах с пониженной размерностью.**

письменная работа , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

письменная работа , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

### **Тема 4. Кинетические явления в системах с пониженной размерностью.**

устный опрос , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

устный опрос , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

### **Тема 5. Зачет.**

отчет , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

отчет , примерные вопросы:

опрос по контрольным вопросам

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

Примерные вопросы к зачету:

примерные вопросы к зачету:

1. Принципы классификации нанообъектов и наноструктур. Основные классы наноматериалов и области их использования.
2. Размерные эффекты (РЭ) в наноструктурах. Понятие о скейлинге, автомодельности и границах применимости теории/модели.
3. Основные разновидности РЭ в наномасштабных структурах.
4. Основные группы физических причин специфического поведения нанообъектов.
5. Роль свободных и внутренних поверхностей в физико-химии наноструктур.
6. Размерное квантование. Квантовые нити и квантовые точки. Квантовые точки с оболочками.
7. Физические принципы и основные группы методов исследования наноструктур. Упругое и неупругое рассеяние.
8. Принципы и методы измерения размеров наночастиц.

Виды самостоятельной работы студентов:

- 1) выполнение практических заданий по разделам курса;
- 2) выполнение контрольных работ;
- 3) подготовка к зачету.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и размерно-квантованных структурах: Учебное пособие/ Л.Е. Воробьев, С.Н. Данилов, Г.Г. Зегря, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин, И.Н. Яснеевич, Е.В. Берегулин. С.-Петербург: Наука, 2001, 248 стр.
2. Л.Е. Воробьев, Е.Л. Ивченко, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин. Оптические свойства наноструктур (Под ред. Е.Л. Ивченко и Л.Е. Воробьева). С.-Петербург: Наука, 2001. -188 с.



3. П. Ю, М. Кардона. Введение в физику полупроводников. М.: Физматлит, 2002. -560с.
4. В.Э. Гасумянц, С.Н. Лыков, Д.А. Пшенай-Северин, С.А. Рыков, Д.А. Фирсов. Размерное квантование. Часть 1. Энергетический спектр наноструктур. С.-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2008. -258 с.

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

1. Воробьев Л.Е., Голуб Л.Е., Данилов С.Н., Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Оптические явления в полупроводниковых квантово-размерных структурах - С.-Петербург: Изд. СПбГТУ, 2000 - 156 с.
2. Андо Т., Фаулер Ф., Стерн Ф Электронные свойства двумерных систем — М.: Мир, 1985. - 415 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

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

Освоение дисциплины "Введение в физику кластеров и наночастиц" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 050100.68 "Педагогическое образование" и магистерской программе Образование в области физики .



Автор(ы):

Ситдиков А.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Мокшин А.В. \_\_\_\_\_

Сафаров Р.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.