

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. Тагиров Л.Р.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Наноматериалы и методы их исследований Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тагиров Л.Р. , Усеинов Н.Х.

**Рецензент(ы):**

Деминов Р.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 645917

Казань  
2017

## 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) Тагиров Л.Р. , ltagirov@mail.ru ; доцент, к.н. (доцент) Усеинов Н.Х. Кафедра общей физики Отделение физики , Niazbeck.Useinov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Формирование научной основы для осознанного и целенаправленного использования свойств конденсированных сред при создании объектов и систем в различных областях нанотехнологии и микросистемной техники. Изучения фундаментальных концепций физики конденсированного состояния и способов практического использования свойств наноматериалов, навыками постановки физического эксперимента по изучению свойств наноматериалов и основными экспериментальными методиками.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Является частью М2.ДВ.2 модуля цикла профессиональных дисциплин подготовки магистров по направлению "Физика". Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке бакалавров по модулям высшая математика, общая физика (разделы: "Молекулярная физика", "Электричество и магнетизм", "Атомная физика") теоретическая физика (разделы "Электродинамика", "Квантовая теория", "Статистическая физика") и "Физика конденсированного состояния". Осваивается на первом курсе магистратуры (семестр А).

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

элементы физики конденсированного состояния, зависимость физических свойств материалов от топологии поверхности Ферми, роль объема и поверхности в физических свойствах наноразмерных объектов;

2. должен уметь:

оценить влияние квантовых размерных эффектов на фазовые превращения и диаграммы состояния в наночастицах, тонких пленках и объемных наноматериалах, учитывать условия возникновения новых стационарных состояний в диссипативных структурах, исследовать свойства (механические, электрические, оптические и др.) наноматериалов и наносистем;

3. должен владеть:

навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности; методами вычислительной физики применительно к наноматериалам, методами квантовой механики в теоретических исследованиях.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

способность и готовность: 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Введение в физику наноматериалов.	2	1	1	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Классификация дисперсных систем.	2	2	1	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Способы получения наноразмерных материалов.	2	3	2	0	4	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов.	2	4-5	2	0	2	Устный опрос
5.	Тема 5. Размерные зависимости свойств наноматериалов.	2	6-7	2	0	2	Устный опрос
6.	Тема 6. Методы изучения свойств наноматериалов.	2	8	2	0	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Использование наноматериалов в практической деятельности.	2	9	2	0	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Экзамен
	Итого			12	0	12	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение в физику наноматериалов.

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

1.1. Введение в физику наноматериалов. 1.2. Обзор способов получения наноразмерных материалов. 1.3. Общие принципы механического, физического, химического диспергирования. 1.4. Обзор специальных методов: твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений.

### Тема 2. Классификация дисперсных систем.

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

2.1. Классификация по агрегатному состоянию. 2.2. Классификация по размерам. 2.3. Классификация по мерности.

### Тема 3. Способы получения наноразмерных материалов.

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

Способы получения наноразмерных материалов. 3.1. Методы механического диспергирования. 3.2. Методы физического диспергирования. 3.3. Методы химического диспергирования. 3.4. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов. 3.5. Способы консолидации наноразмерных порошков.

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

1. Определение размеров металлических наночастиц из спектров плазмонного резонанса

### Тема 4. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов.

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

4.1. Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз". Примеры. 4.2. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх". Примеры.

#### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

2. Синтез наноматериалов методом молекулярного осаждение в условиях высокого вакуума.

### Тема 5. Размерные зависимости свойств наноматериалов.

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

5.1. Особенности термодинамических свойств наносред. 5.2. Структура наноразмерных материалов. 5.3. Характеристики дисперсности наноматериалов. 5.4. Поверхность, границы, морфология наноматериалов. 5.5. Электрические свойства наноматериалов. 5.6. Ферромагнитные характеристики наноматериалов. 5.7. Особенности тепловых свойств наноматериалов. 5.8. Оптические характеристики наносред. 5.9. Диффузия в наноматериалах. 5.10. Химические свойства наноматериалов. 5.11. Механические характеристики дисперсных сред.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

3. Определение высоты ступеньки оксида алюминия стилусным профилометром высокого разрешения.

**Тема 6. Методы изучения свойств наноматериалов.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

6.1. Исследование размерных характеристик. 6.2. Определение элементного состава. 6.3. Определение фазового состава. 6.4. Методы изучения поверхности.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

4. Измерение магнитных и электрических свойств синтезированных наноматериалов PPMS (система измерения физических свойств)

**Тема 7. Использование наноматериалов в практической деятельности.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

7.1. Применение наноматериалов в промышленности. 7.2. Использование наноматериалов в биологии и медицине. 7.3. Пассивация, хранение и транспортировка наноматериалов. 7.4. Способы защиты наноматериалов от внешних воздействий. 7.5. Некоторые аспекты транспортировки.

**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. Введение в физику наноматериалов.	2	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Классификация дисперсных систем.	2	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Способы получения наноразмерных материалов.	2	3	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов.	2	4-5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Размерные зависимости свойств наноматериалов.	2	6-7	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Методы изучения свойств наноматериалов.	2	8	подготовка к устному опросу	10	устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Использование наноматериалов в практической деятельности.	2	9	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				48	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции, самостоятельная работа магистра, консультации. Лекционные занятия предполагают использование аудитории, оснащённой современным мультимедийным оборудованием и выходом в интернет.

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

### Тема 1. Введение в физику наноматериалов.

устный опрос , примерные вопросы:

требования к методам диагностики наночастиц и наноматериалов. Обзор способов получения наноразмерных материалов: общие характеристики методов изучения, анализа и диагностики объемных и наноструктурированных материалов. Неразрывная связь с методами контроля в исследовательской практике и в условиях производства для создания наноматериалов с заданными свойствами, также мониторинга качества материалов и приборов. (ОК-10, ПК-1, ПК-2).

### Тема 2. Классификация дисперсных систем.

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация по агрегатному состоянию. Характерные особенности нанообъектов. Наноструктурирование, не меняющее свойств материалов и нацеленное на изменение свойств материалов при наноструктурировании. Классификация по размерам, геометрическая структура. Классификация по мерности. Проявление размерных мезоскопических и квантовых эффектов при наноструктурировании. (ОК-1, ОК-10, ПК-1, ПК-2).

### Тема 3. Способы получения наноразмерных материалов.

устный опрос , примерные вопросы:

Методы механического наноструктурирования: механодиспергирование и механосинтез. Методы физического диспергирования: получения наночастиц из паровой фазы. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Методы физического диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления. Методы химического диспергирования. Золь-гель метод, методы коллоидной химии. Методы самоорганизации полимерных систем. Биологические подходы к получению наноразмерных материалов. Способы консолидации наноразмерных порошков: порошков. Статическое прессование. Гидростатическое прессование. Газостатическое прессование. Динамическое прессование. Магнитно-импульсное прессование. Спекание, керамизация. Вибрационное воздействие. Ультразвуковое воздействие. Импульсное термическое воздействие. Прокатка нанопорошков. Мундштучное формование. Нанокристаллизация аморфных аморфных сплавов. (ОК-1, ОК-10, ПК-1, ПК-2).

### Тема 4. Физико-химические основы получения наноструктурных материалов.

устный опрос , примерные вопросы:

Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз". Общие принципы, примеры. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх". Общие принципы, примеры. (ОК-1, ОК-10, ПК-1, ПК-2, ПК-7).

## **Тема 5. Размерные зависимости свойств наноматериалов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Изменение термодинамических свойств материалов при наноструктурировании. Иерархия структуры наноразмерных материалов. Характеристики дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов. Изменения электрических свойства наноматериалов. Изменение магнитных характеристик ферромагнитных наноматериалов. Особенности тепловых свойств наноматериалов. Физические причины изменения оптических характеристик наносред и материалов. Диффузия в наноматериалах. Химические свойства нанодисперсных материалов. Изменение механических характеристик нанодисперсных сред и объемных наноматериалов. (ОК-1, ОК-10, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-7).

## **Тема 6. Методы изучения свойств наноматериалов.**

устный опрос , примерные вопросы:

13 31

## **Тема 7. Использование наноматериалов в практической деятельности.**

устный опрос , примерные вопросы:

Применение наноматериалов в промышленности. Использование наноматериалов в биологии и медицине. Хранение и транспортировка наноматериалов. Способы защиты наноматериалов от внешних воздействий. (ОК-1, ОК-10, ПК-1,2,3,6,7,8,9,10).

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Текущий контроль успеваемости в рамках балльно-рейтинговой системы осуществляется на основании письменной работы и отчетов по практическим занятиям. Итоговый контроль осуществляется в форме устного зачёта по вопросам, охватывающим всю программу курса. Самостоятельная работа магистров заключается в повторении лекционного материала (конспекты лекций), и подготовке отчетов по практическим занятиям, а также изучении материала, вынесенного на самостоятельное изучение (рекомендованная литература).

### **БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА**

[1] Текущая работа студента (активность на лекциях) 20

[2] Письменные работы/отчеты 30

[3] Зачет 50

Методические указания к выполнению практических занятий и список вопросов к зачету даны в виде Приложений 1 и 2.

Примеры вопросов к зачету по предмету:

1. Нанотехнология, наночастицы, наноструктуры. Классификация наноструктур. Нульмерные, одномерные и двумерные наноструктуры, объемные наноматериалы.
2. Самоорганизация в открытых системах. Управление параметрами самоорганизации. Примеры двумерные наноструктур. Нанокристаллические материалы.
3. Диссипативная самоорганизация: механизмы возникновения, пороговый характер. Самособранные монослои и мультислои.
4. Тубулярные наноструктуры. Углеродные нанотрубки. Структура углеродных нанотрубок.
5. Механизмы роста нанотрубок .Синтез углеродных нанотрубок.
6. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх" и "сверху-вниз".
7. Характерные особенности нанообъектов Кристаллическая решетка и магические числа. Геометрическая структура. Химическая активность.
8. Двумерные наноструктуры. Методы получения тонких пленок. Осаждение пленок из газовой фазы. Механизмы роста пленок.
9. Электронная структура. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц.
10. Характерные особенности нанообъектов. Размерные эффеkты и особенности наноструктур.



11. Размерность объекта и электроны проводимости. Ферми-газ и плотность состояний. Свойства, зависящие от плотности состояний.
12. Физические методы осаждения пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ).
13. Применение наноматериалов. Производство материалов нанoeлектроники и вычислительной техники.
14. Медицина и здравоохранение в свете применения нанотехнологий и наноматериалов. Окружающая среда и энергетика - аспекты, связанные с нанотехнологиями..
15. Аэронавтика и космические исследования. Проблемы национальной безопасности.
16. Импульсное лазерное осаждение (ИЛО, pulsed laser deposition - PLD).
17. Методы химического осаждения пленок Химическое осаждение из газовой фазы. Прекурсоры.
18. Магнетронное распыление - общие принципы и приложения.
19. Рентгено-дифракционные методы определения размеров наночастиц. Метод Шеррера, метод Вильямсона-Холла и метод Уоррена-Авербаха.
20. Послойное осаждение пленок. Химическое осаждение из растворов. Золь-гель метод.
21. Мезопористые молекулярные сита. Пористый диоксид кремния. Темплатный синтез. Способы контроля размера пор. Использование пленок мезопористого SiO<sub>2</sub> для синтеза наноматериалов.
22. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах. Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты для синтеза нанокомпозитов.
23. Изготовление нанотрубок самосворачиванием полупроводниковых гетерослоев.
24. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокомпозитов.
25. Классификация методов синтеза наноматериалов. Методы механического диспергирования. Механосинтез. Типы и характеристики измельчающих устройств.
26. Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые гидроксидные системы Получение магнитных нанокомпозитов на основе слоистых двойных гидроксидов.
27. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Методы физического диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннингование.
28. Использование твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений.
29. Метод интенсивных пластических деформаций. Деформация кручением под высоким давлением. Деформация РКУ прессованием.
30. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Ионный синтез квантовых CoSi<sub>2</sub> проволок. Самоорганизованные квантовые точки SiGe.
31. Способы консолидации наноразмерных порошков. Статическое прессование. Гидростатическое прессование. Газостатическое прессование. Динамическое прессование. Магнито-импульсное прессование.
32. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок.
33. Способы консолидации наноразмерных порошков Ударно-волновое компактирование. Горячее прессование Спекание Вибрационное воздействие Ультразвуковое воздействие. Импульсное термическое воздействие. Прокатка нанопорошков. Мундштучное формование.
34. Периодические квантовые твердотельные наноструктуры, сверхрешетки из квантовых точек.
35. Нанокристаллизация аморфных сплавов.
36. Термодинамические уравнения движения. Принцип симметрии кинетических коэффициентов или соотношения взаимности Онсагера.
37. Механические свойства наносистем. Типы собственных дефектов кристалла. Дефекты в наноструктурированных материалах.

38. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц. Суперпарамагнетизм.
39. Механические свойства наноматериалов Закон Холла-Петча. Пластичность. Деформационное упрочнение Механизм пластической деформации наноматериалов.
40. Энергия магнитной анизотропии. Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения. Обменная анизотропия.

### **7.1. Основная литература:**

Петров, Ю.В. Основы физики конденсированного состояния: [учебное пособие] / Ю. В. Петров.- Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 213 с.

Аплеснин С.С. Основы спинтроники. СПб.: Лань, 2010. - 288 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/551/>

Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и нанoeлектроники. - М.: Физматлит, 2011. - 784с.

[http://e.lanbook.com/view/book/5258 /](http://e.lanbook.com/view/book/5258/)

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

Гусев, А.И.. Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев.- Издание 2-е, исправленное.- М.: Физматлит, 2009. - 416 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2173)

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. - 448с.: ил. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3137](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3137)

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

[www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) - [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)

[http://perst.isssph.kiae.ru/Inform/index\\_tem.htm](http://perst.isssph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm) - [http://perst.isssph.kiae.ru/Inform/index\\_tem.htm](http://perst.isssph.kiae.ru/Inform/index_tem.htm)

[www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru) - [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru)

Роснано - <http://www.rusnano.com/>

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

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Нanomатериалы и методы их исследований" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

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

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

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

Аудитория, оснащенная современным мультимедийным оборудованием, стандартные аудитории для проведения практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .

Автор(ы):

Тагиров Л.Р. \_\_\_\_\_

Усеинов Н.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.