

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



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Введение в нанотехнологии Б1.В.ДВ.4**

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Харинцев С.С.

**Рецензент(ы):**

Салахов М.Х.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Калачев А. А.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6112519

## 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) доцент, д.н. (доцент) Харинцев С.С. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики, skharint@gmail.com

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Введение в нанотехнологии" является формирование знаний о фундаментальных принципах и физических эффектах, лежащих в основе нанотехнологий; получение общих представлений о нанотехнологиях, как о принципиально новом шаге в развитии науки и производства. Лекции посвящены теоретическим основам и практическим приложениям размерных эффектов, которые характерны для объектов величиной одного до сотни нанометров, и которые лежат в основе современных нанотехнологий. Излагаются методы получения и исследования различных наноструктур (наночастиц и нанотрубок, объемных наноструктур, нанокатализаторов и др.) Рассматриваются возможности использования наноструктурированных материалов и наноустройств в различных областях (нанoeлектронике, спинтронике, химии, биологии).

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел Д.В.1 основной образовательной программы 011200.62 Физика. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр. Для освоения дисциплины необходимы знания следующих базовых дисциплин: общая физика, атомная физика, введение в физику твердого тела, основы химии и биологии. Студенты должны обладать навыками работы с информационными ресурсами в Интернете, компьютерными программами типа PowerPoint, Adobe Photoshop, Adobe Acrobat Professional, которые будут ими использоваться при самостоятельной работе в процессе подготовке рефератов и презентаций по ним.

### 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 использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);
ОК-21 (общекультурные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Обладать теоретическими знаниями о физических причинах так называемых размерных эффектов, которые проявляются в самых различных свойствах наноструктур.

Понимать принципиальные различия в свойствах различных материалов и веществ при переходе от обычных к нанометровым размерам.

Иметь представление о современных методах исследования и получения наноструктур;

Обладать знаниями о практическом использовании нанотехнологий.

2. должен уметь:

Выбрать нужный экспериментальный метод для получения той или иной информации о свойствах наноструктур.

Использовать информационные средства и технологии, в т.ч. оригинальные научные монографии и статьи для интерпретации полученных результатов

Уметь излагать полученную информацию и представлять результаты физических исследований

3. должен владеть:

Навыками использования полученных знаний в области нанотехнологий для решения профессиональных задач

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Ориентироваться в современной проблематике и наиболее актуальных задачах нанотехнологий

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 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	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Введение. Что такое наноиндустрия.	5	1	2	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур	5	2, 3	6	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Основные методы исследования наноструктур	5	4,5	6	0	24	Письменная работа
4.	Тема 4. Свойства наночастиц	5	6	2	0	12	Письменная работа
5.	Тема 5. Углеродные наноструктуры	5	7	4	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы	5	8	2	0	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Электропроводность наноструктур	5	9	2	0	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек	5	10	4	0	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Магнитные свойства наноструктур	5	11	2	0	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Наноструктурированные катализаторы	5	12	2	0	0	Устный опрос
11.	Тема 11. Биологические наноструктуры.	5	13	2	0	0	Устный опрос
12.	Тема 12. Наномашины и наноприборы	5	14	2	0	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Введение. Что такое наноиндустрия.

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

История развития нанотехнологий. Основные классы наноразмерных систем. Основы физики и химии поверхности

##### Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур

###### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Химические и электрохимические методы. Фотолитография. Рентгеновская, электронная и ионная литография. Нанопечать. Лазерные методы. Сканирующая зондовая литография. Нано- и молекулярное конструирование. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Сравнение нанолитографических методов

##### Тема 3. Основные методы исследования наноструктур

###### *лекционное занятие (6 часа(ов)):*

Дифракция электронов. Электронная и ионная микроскопия. Сканирующая зондовая микроскопия. Электронная спектроскопия. Оже спектроскопия и микроскопия.

**лабораторная работа (24 часа(ов)):**

1. Изготовление зондов для туннельного микроскопа и ближнеполевого микроскопа (для режима shear-force). Оценка размеров зонда с помощью оптического микроскопа. 2. Работа на атомно-силовом микроскопе(АСМ). Получение изображений тестовых наноструктур и оценка их размеров. 3. Подготовка отчетов

**Тема 4. Свойства наночастиц**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Металлические нанокластеры. Полупроводниковые наночастицы. Зависимость свойств наночастиц от их размеров.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

1. Изучение с помощью АСМ наночастиц, полученных различными методами. Построение гистограмм распределения наночастиц по размерам и высоте. 2. Подготовка отчетов

**Тема 5. Углеродные наноструктуры**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Углеродные кластеры и фуллерены. Углеродные нанотрубки. Графен и его необычные свойства. Применение углеродных наноструктур.

**Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков. Наноструктурированные многослойные материалы. Пористые наноструктуры.

**Тема 7. Электропроводность наноструктур**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Наноконтакты (методы получения). Баллистический и диффузный транспорт электронов через наноконтакт. Квантование проводимости.

**Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Приготовление квантовых наноструктур. Размерное квантование и квантово-размерные структуры. Свойства, зависящие от плотности состояний. Оптические свойства наноструктур

**Тема 9. Магнитные свойства наноструктур**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ферромагнетизм в наноструктурах. Гигантское и колоссальное магнитосопротивление. Что такое спинтроника и наноэлектроника. Спиновый клапан

**Тема 10. Наноструктурированные катализаторы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Природа гетерогенного катализа. Зависимость каталитического эффекта от размеров наночастиц. Коллоиды.

**Тема 11. Биологические наноструктуры.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Биологические строительные наноблоки. Биологические нанопроволоки и наночастицы. ДНК и РНК. Мицеллы и везикулы.

**Тема 12. Наномашины и наноприборы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Микроэлектромеханические системы. Наноэлектромеханические системы. Молекулярные и супрамолекулярные триггеры.

**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. Что такое наноиндустрия.	5	1	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур	5	2, 3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Углеродные наноструктуры	5	7	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
6.	Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы	5	8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Электропроводность наноструктур	5	9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек	5	10	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
9.	Тема 9. Магнитные свойства наноструктур	5	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Наноструктурированные катализаторы	5	12	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
11.	Тема 11. Биологические наноструктуры.	5	13	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
12.	Тема 12. Наномашины и наноприборы	5	14	подготовка к устному опросу	3	устный опрос



№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

1. Устный опрос по пройденному материалу в виде дискуссии, на основании которой выявляются разделы и понятия недостаточно хорошо понятые студентами на предыдущей лекции.
2. Подготовка рефератов (в виде компьютерного файла) по заранее выбранным темам из области нанотехнологий.
3. Подготовка и выступление с компьютерной презентацией по теме автореферата.
4. Для желающих возможность приобретения навыков изучения наноструктур с помощью атомно-силового микроскопа.

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

### Тема 1. Введение. Что такое nanoиндустрия.

устный опрос, примерные вопросы:

Что такое нанотехнология (определение). Два главных принципа обработки материалов. Что такое размерный эффект? Краткая история развития нанотехнологий. Основные классы наноразмерных систем.

### Тема 2. Методы получения наночастиц и наноструктур

устный опрос, примерные вопросы:

Использование СЗМ для получения микро- и наноструктур (СЗМ-наноитография). Химические и электрохимические методы получения наноструктур. Рентгеновская, электронная и ионная литография. Лазерные методы получения наноструктур.

### Тема 3. Основные методы исследования наноструктур

### Тема 4. Свойства наночастиц

### Тема 5. Углеродные наноструктуры

устный опрос, примерные вопросы:

История открытия фуллеренов. Строение и свойства углеродных кластеров и фуллеренов. Углеродные нанотрубки и графен. Применение углеродных нанотрубок

### Тема 6. Объемные наноструктурированные материалы

устный опрос, примерные вопросы:

Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков. Наноструктурированные кристаллы. Пористые наноматериалы и молекулярные сита

### Тема 7. Электропроводность наноструктур

устный опрос, примерные вопросы:

Чему равняется квант проводимости? Как зарегистрировать квантование проводимости? Что такое туннельная проводимость?

### Тема 8. Свойства квантовых ям, нитей и точек

устный опрос, примерные вопросы:

При каких условиях наноструктуры демонстрируют свои квантовые свойства? Почему в полупроводниках легче зарегистрировать квантовые эффекты чем в металлах?

### Тема 9. Магнитные свойства наноструктур



устный опрос , примерные вопросы:

Ферромагнетизм в наноструктурах. Гигантское магнитосопротивление. Что такое спинтроника?

### **Тема 10. Наноструктурированные катализаторы**

устный опрос , примерные вопросы:

Природа катализа. Использование наночастиц в катализе. Пористые материалы. Коллоиды.

### **Тема 11. Биологические наноструктуры.**

устный опрос , примерные вопросы:

Как из аминокислот формируются белковые наноструктуры? Процессы самоорганизации в биологических структурах. Как сканирующий туннельный микроскоп помогает расшифровать структуру ДНК? Как ферромагнитные наночастицы используются в медицине?

### **Тема 12. Наномшины и наноприборы**

устный опрос , примерные вопросы:

Микро- и наноэлектромеханические системы. Молекулярные переключатели. Биологические наномшины.

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 5 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Вышеприведенные вопросы для устного опроса и темы рефератов ведут к развитию следующих компетенций: ПК-1,ПК-2, ПК-3, ПК-5,ПК-6, ОК-1, ОК-3

Билеты с вопросами к зачету по курсу лекций " Введение в нанотехнологии"

лектор - проф., д.ф.-м.н. Бухараев А.А.

Билет ♦1

- 1.Что такое нанотехнология - определение.
2. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия.
3. Наноконтакты -способы получения.

Билет ♦2

- 1.Что такое размерный эффект?
2. Дифракция электронов.
3. Использование наночастиц в катализе.

Билет ♦3

1. Основные классы наноразмерных систем.
2. Описание реконструкции поверхности методом Вуда.
3. Рентгеновская, электронная и ионная литография.

Билет ♦4

1. Основные понятия физики и химии поверхности.
2. Лазерные методы получения наноструктур.
3. Мицеллы и везикулы.

Билет ♦5

1. Электронная спектроскопия (фотоэлектронная и Оже).
2. Размерное квантование и квантово-размерные структуры.
3. Применение нанотехнологий в медицине и биологии.

Билет ♦6

1. Полевая электронная и ионная микроскопия.

2. Использование СЗМ для получения микро- и наноструктур.

3. Размерные эффекты в наночастицах.

Билет ♦7

1. Работа обратной связи в туннельном и атомно-силовых микроскопах.

2. Нано- и молекулярное конструирование (самоорганизация).

3. Коллоиды.

Билет ♦8

1. Получения атомарного разрешения в сканирующем туннельном микроскопе.

2. Магнитные свойства наночастиц.

3. Пористые наноматериалы и молекулярные сита.

Билет ♦9

1. Контактный, полуконтактный и бесконтактный режимы работы атомно-силового микроскопа.

2. Строение и свойства углеродных кластеров, фуллеренов и графена.

3. Биологические наномашин.

Билет ♦10

1. Формирование и обработка изображений в сканирующих зондовых микроскопах (СЗМ).

2. Химические и электрохимические методы получения наноструктур.

3. Гигантское магнитосопротивление.

Билет ♦11

1. Углеродные нанотрубки и их применение.

2. Условия наблюдения квантоворазмерных эффектов.

3. Природа катализа.

Билет ♦12

1. Способы получения квантовых наноструктур.

2. Кулоновская блокада.

3. Микро- и наноэлектромеханические системы.

Билет ♦13

1. Что такое спинтроника?

2. Биологические строительные наноблоки.

3. Наноконтакты -способы получения.

Билет ♦14

1. Магнетизм в наноструктурах.

2. Методы синтеза и свойства нанокристаллических порошков.

3. Фотолитография.

Билет ♦15

1. История открытия фуллеренов.

2. Квантование проводимости.

3. Молекулярные переключатели

## 7.1. Основная литература:

1. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Гусев. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2173>
2. Шишкин, Г.Г. Наноэлектроника. Элементы, приборы, устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 411 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66208>
3. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2009. - 456 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2291>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Афонский, А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике [Электронный ресурс] : монография / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов. - Электрон. дан. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 688 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/900>
2. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник / Н.Т. Кузнецов [и др.]. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 400 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94129>
3. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Старостин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 434 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66203>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

NanoNewsNet - новости нанотехнологий - <http://subscribe.ru/catalog/science.news.nanonews>  
Интернет-журнал о нанотехнологиях. - <http://www.nanojournal.ru/>  
Научно-популярный сайт о нанотехнологиях - <http://kbogdanov5.narod.ru/>  
Национальная нанотехнологическая сеть - <http://www.rusnanonet.ru/>  
Сайт нанотехнологического сообщества ?Нанометр?: - <http://www.nanometer.ru>

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

Освоение дисциплины "Введение в нанотехнологии" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение, компьютерный мультимедийный проектор, экран, доску с цветными фломастерами.

Студенты на первой лекции получают DVD диск с компьютерной презентацией всех тем данного курса, а также содержащий pdf и djvu копии основных учебных пособий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Харинцев С.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Салахов М.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.