

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Введение в нанoeлектронику ФТД.Б.3**

Направление подготовки: 011800.62 - Радиofизика

Профиль подготовки: Электроника, микро- и нанoeлектроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ситников Ю.К.

**Рецензент(ы):**

Шерстюков О.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 6162814

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) доцент, к.н. (доцент) Ситников Ю.К. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем, Jury.Sitnikov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины ФТДЗ "Введение в нанoeлектронику" являются знакомство со свойствами и методами исследования объектов нанометровых размеров. Также целями дисциплины являются изучение средств создания для целей электроники изделий методом сборки атомов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " ФТД.Б.3 Факультативы" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Профессиональный цикл ФТДЗ. Для освоения данной дисциплины необходимы знания, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: Б2.Б.5 "Атомная и ядерная физика", Б3.Б.4 "Квантовая механика" и Б2.В.1 "Общий физический практикум".

Дисциплина входит в профессиональный цикл бакалавров по направлению 011800.62- "Радиофизика: электроника, микро- и нанoeлектроника Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011800.62 - "Радиофизика: электроника, микро и нанoeлектроника: "Электричество и магнетизм".

### 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)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза информации (в соответствии с профилем подготовки

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- принцип туннельного эффекта;
- математические модели наноструктур;
- особенности работы и применения сканирующего туннельного и атомно силового микроскопов.

2. должен уметь:

- математически описывать физические процессы, происходящие в наноэлектронных устройствах;

3. должен владеть:

- методами квантово-химических расчётов зонной структуры исследуемых объектов;
- навыками работы с учебной и научной литературой.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Разбираться в сложных физических явлениях, анализировать причины этих эффектов.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Наноматериалы	8	1	0	4	0	
2.	Тема 2. Фуллерены и нанотрубки	8	2	0	4	0	
3.	Тема 3. Туннельный эффект	8	3	0	4	0	
4.	Тема 4. Компоненты нанотехники	8	4	0	4	0	
5.	Тема 5. Наноэлектроника	8	5	0	4	0	
6.	Тема 6. Нанооптика	8	6	0	4	0	
7.	Тема 7. Сканирующий туннельный микроскоп	8	7	0	4	0	
8.	Тема 8. Дешифрирование двоичных кодов	8	8	0	4	0	
9.	Тема 9. Сканирующий атомно-силовой микроскоп	8	9	0	4	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Кантилевер	8	10	0	0	0	
11.	Тема 11. Усилительные устройства с транзисторами	8	11	0	0	0	
12.	Тема 12. Базовая концепция	8	12	0	0	0	
13.	Тема 13. Наноблоки	8	13	0	0	0	
14.	Тема 14. Направление работ по созданию наноиндустрии	8	14	0	0	0	
15.	Тема 15. Некоторые параметры наномира	8	15	0	0	0	
16.	Тема 16. Сборщик атомов наноасемблер	8	16	0	0	0	
17.	Тема 17. Нанотехнологии	8	17	0	0	0	
18.	Тема 18. Микросистемная техника и её развитие на основе наноиндустрии	8	18	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			0	36	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Наноматериалы

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

Наноматериалы, их свойства: практическое занятие

##### Тема 2. Фуллерены и нанотрубки

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

Наноэлементы: Фуллерены и нанотрубки

##### Тема 3. Туннельный эффект

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

Полезные эффекты: Туннельный эффект

##### Тема 4. Компоненты нанотехники

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

Компоненты для построения информационных систем: Компоненты нанотехники

##### Тема 5. Наноэлектроника

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

Наноэлектроника: методы и средства

##### Тема 6. Нанооптика

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

Нанооптика

**Тема 7. Сканирующий туннельный микроскоп****практическое занятие (4 часа(ов)):**

Наноэлектроника: методы и средства: Сканирующий туннельный микроскоп

**Тема 8. Дешифрирование двоичных кодов****практическое занятие (4 часа(ов)):**

Применение средств и компонентов наноэлектроники: Дешифрирование двоичных кодов

**Тема 9. Сканирующий атомно-силовой микроскоп****практическое занятие (4 часа(ов)):**

Наноэлектроника: методы и средства: Сканирующий атомно-силовой микроскоп

**Тема 10. Кантилевер****Тема 11. Усилительные устройства с транзисторами****Тема 12. Базовая концепция****Тема 13. Наноблоки****Тема 14. Направление работ по созданию nanoиндустрии****Тема 15. Некоторые параметры наномира****Тема 16. Сборщик атомов наноасемблер****Тема 17. Нанотехнологии****Тема 18. Микросистемная техника и её развитие на основе nanoиндустрии****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. Наноматериалы	8	1	работа в библиотеке	2	реферат
2.	Тема 2. Фуллерены и нанотрубки	8	2	работа в библиотеке	2	реферат
3.	Тема 3. Туннельный эффект	8	3	домашнее задание	2	отчёт
4.	Тема 4. Компоненты нанотехники	8	4	домашнее задание	2	отчёт
5.	Тема 5. Наноэлектроника	8	5	домашнее задание	2	отчёт
6.	Тема 6. Нанооптика	8	6	домашнее задание	2	отчёт
7.	Тема 7. Сканирующий туннельный микроскоп	8	7	домашнее задание	2	Обсуждение с преподавателем
8.	Тема 8. Дешифрирование двоичных кодов	8	8	домашнее задание	2	Обсуждение с преподавателем
9.	Тема 9. Сканирующий атомно-силовой микроскоп	8	9	домашнее задание	2	Обсуждение с преподавателем
10.	Тема 10. Кантилевер	8	10	домашнее задание	2	Коллоквиум
11.	Тема 11. Усилительные устройства с транзисторами	8	11	домашнее задание	2	реферат

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Базовая концепция	8	12	домашнее задание	2	Коллоквиум
13.	Тема 13. Наноблоки	8	13	домашнее задание	2	Коллоквиум
14.	Тема 14. Направление работ по созданию nanoиндустрии	8	14	домашнее задание	2	Коллоквиум
15.	Тема 15. Некоторые параметры наномира	8	15	домашнее задание	2	Коллоквиум
16.	Тема 16. Сборщик атомов nanoасемблер	8	16	домашнее задание	2	Коллоквиум
17.	Тема 17. Нанотехнологии	8	17	домашнее задание	2	Коллоквиум
18.	Тема 18. Микросистемная техника и её развитие на основе nanoиндустрии	8	18	домашнее задание	2	Семинар
	Итого				36	

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

Используются следующие формы учебной работы: практическое занятие, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Имеются материалы курса лекций в электронном виде.

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

#### Тема 1. Наноматериалы

реферат , примерные темы:

обзор наноматериалов по литературе

#### Тема 2. Фуллерены и нанотрубки

реферат , примерные темы:

Фуллерены и нанотрубки

#### Тема 3. Туннельный эффект

отчёт , примерные вопросы:

Туннельный эффект

#### Тема 4. Компоненты нанотехники

отчёт , примерные вопросы:

обзор по литературе: Компоненты нанотехники

#### Тема 5. Наноэлектроника

отчёт , примерные вопросы:

Наноэлектроника

#### Тема 6. Нанооптика

отчёт , примерные вопросы:

Нанооптика

**Тема 7. Сканирующий туннельный микроскоп**

Обсуждение с преподавателем , примерные вопросы:

Средства экспериментальных исследований: Сканирующий туннельный микроскоп

**Тема 8. Дешифрирование двоичных кодов**

Обсуждение с преподавателем , примерные вопросы:

Дешифрирование двоичных кодов

**Тема 9. Сканирующий атомно-силовой микроскоп**

Обсуждение с преподавателем , примерные вопросы:

Сканирующий атомно-силовой микроскоп

**Тема 10. Кантилевер**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Кантилевер

**Тема 11. Усилительные устройства с транзисторами**

реферат , примерные темы:

Усилительные устройства с транзисторами

**Тема 12. Базовая концепция**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Базовая концепция

**Тема 13. Наноблоки**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Наноблоки

**Тема 14. Направление работ по созданию nanoиндустрии**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Направление работ по созданию nanoиндустрии. обзор по литературе

**Тема 15. Некоторые параметры наномира**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Некоторые параметры наномира. Обзор по литературе

**Тема 16. Сборщик атомов nanoасемблер**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Сборщик атомов nanoасемблер

**Тема 17. Нанотехнологии**

Коллоквиум , примерные вопросы:

Нанотехнологии. Обзор по литературе

**Тема 18. Микросистемная техника и её развитие на основе nanoиндустрии**

Семинар, примерные вопросы:

Микросистемная техника и её развитие на основе nanoиндустрии

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Комплект вопросов для итогового контроля.

1. Понятие нанотехнологии. Техника и технология измерений параметров nanoобъектов.
2. Построение nanoобъектов путём сборки атомов.
3. Сканирующий туннельный микроскоп. Принцип действия. Применение.
4. Основные наноматериалы,
5. Структуры фуллеренов.
6. Нанотрубки. Структура. Способ получения. Применение.



7. Микромеханический зонд или кантилевер.
8. Нанofотоника и использование света, локализованного в пространстве.
9. Переход от техники микросистем к нанoиндустрии.
10. Компоненты нанотехники

### 7.1. Основная литература:

Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. М.: ЮНИМЕДИАСТАЙЛ, 2008. - 448 с.

Щука, Александр Александрович.

Нанoeлектроника : учебное пособие для студентов вузов / А. А. Щука ; Под общ. ред. Ю. В. Гуляева .? Москва : Физматкнига, 2007 .? 464 с.

Альтман, Юрген.

Военные нанотехнологии : возможности применения и превентивного контроля вооружений : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 210601 "Нанотехнология в электронике" и 210602 "Наноматериалы" направления подготовки 210600 "Нанотехнология" и по специальностям 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и 210108 "Микросистемная техника" направления подготовки 210100

"Электроника и микроэлектроника" / Ю. Альтман ; пер. с англ. А.В. Хачояна под ред. Р.Х. Андриевского .? [Изд. 2-е, доп. и испр.] .? Москва : Техносфера, 2008 .? 423 с.

Ситников, Сергей Юрьевич.

Интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре : учебное пособие / С. Ю. Ситников, Ю. К. Ситников ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. гос. энергет. ун-т" .? Казань : [Казанский государственный энергетический университет], 2013 .? 132 с.

Угрюмов, Евгений Павлович.

Цифровая схемотехника : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Угрюмов Е. П. ? 3-е изд., [перераб. и доп.] .? Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010 .? 797 с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Гамов Г.А. Строение атомного ядра и радиоактивность. М.-Л.: Гостехтеорфизгиздат, 1932 г. - 80 с.

2. Kroto H, Heath J., O'brien S., Curl R., Smalley R. Nature, 318, 1985, p.162.

3. Лехин, Сергей Никифорович.

Схемотехника ЭВМ : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 230101 "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" / С. Н. Лехин .? Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010 .? 661 с.

4. Сивухин, Дмитрий Васильевич.

Общий курс физики : учебное пособие для вузов : В 5 томах / Д. В. Сивухин .? Москва : Физматлит, 2006 .? ; 22 см.

Т. 5: Атомная и ядерная физика .? Издание 3-е, стереотипное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006 .? 784 с.

5. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 томах / С. П. Стрелков, Д. В. Сивухин, С. Э. Хайкин и др. ; Под ред. И. А. Яковлева .? Издание 5-е, стереотипное .? Москва : Физматлит : Лань, 2006 .? ; 23 см.

Т. 5: Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / [В. Л. Гинзбург и др.] ; Под ред. Д. В. Сивухина .? 2006 .? 184 с.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. - <http://kpfu.ru/lib>

Журнал УФН, 2011-2013г. - <http://kpfu.ru/lib>

ЖЭТФ, 2011-2013 г. - <http://kpfu.ru/lib>

Подборка материалов по нанoeлектронике - <http://kpfu.ru/lib>

Степаненко И.П. - <http://kpfu.ru/lib>

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

Освоение дисциплины "Введение в нанoeлектронику" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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 "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Подборка материалов по нанoeлектронике

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Электроника, микро- и нанoeлектроника .

Автор(ы):

Ситников Ю.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Шерстюков О.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.