

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный**  
**университет им. Х. М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**  
**Кафедра электроника и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ **Тешев Р.Ш.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Института  
\_\_\_\_\_ **Шогенов Б.В.**  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физика наноструктур»**

Направление подготовки  
**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Направленность  
**Современные информационные технологии в электронной технике**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**2024**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Физика наноструктур» /сост. Канаметов А.А.  
– Нальчик: КБГУ, 2024. - 19 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины (модуля) «Физика наноструктур» вариативной части дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.04.01. бакалаврам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль Современные информационные технологии в электронной технике, обучающихся в 4 семестре, 2 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Физика наноструктур» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г за № 927.

## Содержание

1.Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2.Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО .....	4
3.Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) .....	4
4.Содержание и структура дисциплины (модуля) .....	5
Структура дисциплины (модуля) .....	7
5.Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	8
5.1. Коллоквиум .....	8
5.2. Образцы тестовых заданий .....	8
Методические рекомендации по подготовке к тестированию .....	9
Критерии оценивания .....	10
5.3. Задания для лабораторных занятий .....	11
6.Промежуточная аттестация .....	11
7.Контроль курсовых работ .....	13
8.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, уме- ний, навыков и опыта деятельности .....	15
9.Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) .....	16
Основная литература .....	16
Дополнительная литература .....	16
Периодические издания .....	16
Интернет-ресурсы .....	16
10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий .....	16
11.Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	17
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) .....	19

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Цель курса «Физика наноструктур»:** изучение ключевых физических явлений на наномасштабном уровне, формирование знаний в области базовых физических принципов построения и функционирования наносистем, а также разработки, создания и применения специальных материалов, используемых нанотехнологиях.

**Задачами курса** являются: анализ нанобъектов, изучение взаимодействия Ван-дер-Ваальса на наноуровне, влияние объема и поверхности на физические свойства наноструктур, механика нанобъектов, Кулоновское взаимодействие на наноуровне, оптические свойства нанобъектов, магнитные свойства нанобъектов, методы синтеза нанобъектов, методы исследования нанобъектов и наносистем.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Физика наноструктур» в структуре ОПОП ВО включена в вариативную часть блока Б1.В.ДВ.04.01. (дисциплина по выбору) и изучается бакалаврами 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, профиль Современные информационные технологии в электронной технике в 4 семестре 2 курса.

Дисциплина опирается на знания, умения и компетенции, приобретенные и сформированные в результате изучения дисциплин математического и физического модулей, дисциплины «Информационные технологии».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, такой дисциплины, как «Физические свойства наноструктур и неструктурированных материалов», «Свойства углеродных наноструктур (графен, нанотрубки, фуллерены)».

## **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки со следующими критериями оценивания результатов обучения:

### **профессиональных (ПК):**

- способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);
- ПКС-Б.1.1. Способен строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков
- ПКС-Б.1.2. Способен пользоваться методами компьютерного моделирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** место и роль математических моделей технологических процессов, полупроводниковых приборов и ИМС в области разработки и производства современных изделий электронной техники; основы метрологии и стандартизации, основные методы измерения физических величин, номенклатуру метрологических характеристик и принцип действия различных типов средств измерений.

**Уметь:** выбирать фундаментальные физические уравнения при заданных ограничениях и на их основе создавать математические модели для конкретных технологических процессов, полупроводниковых приборов и интегральным микросхем; правильно выбирать средства измерений, разрабатывать методики выполнения измерений, осуществлять контроль за состоянием и применением контрольно-измерительного оборудования, проводить калибровку средств измерений; исследовать нанобъекты.

**Владеть:** современным математическим аппаратом, используемым для построения моделей полупроводниковых приборов и ИМС; современными программами математического моделирования; методами обработки и оценки погрешности результатов измерений.

#### 4. Содержание и структура дисциплины

##### *Содержание разделов дисциплины*

Таблица 1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Формы текущего контроля
1	Введение	Структура курса. Рейтинговые мероприятия. Рекомендуемая литература. Цель и задачи курса. Терминология, некоторые определения и понятия. Характерные отличия наносистем и причины их появления. Некоторые из приоритетных направлений наноструктурной технологии.	ПК-1,	ДЗ, ПР, К, РК, Т
2	Энергетические зоны наноструктур	Диэлектрики, полупроводники и проводники. Доноры и акцепторы. Подвижность и электропроводность. Эффективные массы. Экситоны. Поверхность Ферми. Обратное пространство и решетка. Энергетический спектр электронных и фотонных возбуждений в системах пониженной размерности: размерное квантование в двухмерном и одномерном случаях, квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы.	ПК-1,	ДЗ, ПР, К, РК, Т
3	Методы синтеза нанобъектов	Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв. Газофазный синтез (конденсация паров). Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление.	ПК-1,	ДЗ, ПР, К, РК, Т
4	Физика нанобъектов	Особенности физических взаимодействий на наномасштабном уровне. Роль объема и поверхности на физические свойства наноструктур. Атомная структура идеальной поверхности. Реальная поверхность. Дефекты. Динамика атомов в объеме и на поверхности. Сверхрешетки. Механика нанобъектов. Механические колебания, сила трения. Кулоновское взаимодействие. Оптические свойства квантово-размерных структур. Особенности распространения света в наноструктурированных средах. Магнитные свойства нанобъектов.	ПК-1,	ДЗ, ПР, К, РК, Т

5	Методы исследования нанобъектов и наносистем	Классификация методов исследования нанобъектов и наносистем. Оптическая микроскопия. Конфокальный микроскоп. Микроскоп ближнего поля. Нелинейно-оптический микроскоп. Электронная и ионная спектроскопия и микроскопия. Основные методы сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии.	ПК-1,	ДЗ, ПР, К, РК, Т
---	--	--	-------	------------------

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), курсовой работы (КР), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

### Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	30	30
<i>Практические работы (ПР)</i>		
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)	Не предусмотрен	Не предусмотрен
Самостоятельное изучение разделов/тем		
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Вид промежуточной аттестации	экзамен	

### Лекционные занятия

Таблица 3

№	Тема
1.	Структура курса. Рейтинговые мероприятия. Рекомендуемая литература. Цель и задачи курса. Терминология, некоторые определения и понятия.
2.	Характерные отличия наносистем и причины их появления. Некоторые из приоритетных направлений наноструктурной технологии.
3.	Диэлектрики, полупроводники и проводники. Доноры и акцепторы.
4.	Подвижность и электропроводность. Эффективные массы. Экситоны.
5.	Поверхность Ферми. Обратное пространство и решетка.
6.	Энергетический спектр электронных и фотонных возбуждений в системах пониженной размерности: размерное квантование в двухмерном и одномерном случаях, квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы.
7.	Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв.
8.	Газофазный синтез (конденсация паров). Плазмохимический синтез.
9.	Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление.
10.	Особенности физических взаимодействий на наномасштабном уровне.
11.	Роль объема и поверхности на физические свойства наноструктур.

12.	Атомная структура идеальной поверхности. Реальная поверхность. Дефекты.
13.	Динамика атомов в объеме и на поверхности. Сверхрешетки.
14.	Механика нанобъектов. Механические колебания, сила трения. Кулоновское взаимодействие.
15.	Оптические свойства квантово-размерных структур. Особенности распространения света в наноструктурированных средах. Магнитные свойства нанобъектов.
16.	Классификация методов исследования нанобъектов и наносистем. Оптическая микроскопия. Конфокальный микроскоп. Микроскоп ближнего поля. Нелинейно-оптический микроскоп.
17.	Электронная и ионная спектроскопия и микроскопия. Основные методы сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии.

### ***Практические работы***

Таблица 4.

<i>№</i>	<i>Тема</i>
1	Построение структурной модели углеродной нанотрубки с металлическими и полупроводниковыми свойствами с заданными индексами хиральности (n,m) – кресельной, зигзагообразной, хиральной.
2	Изучение возможностей и приобретение навыков работы с системой моделирования нанобъектов RasMol.
3	Моделирование нанобъектов по заданию преподавателя в системе RasMol
4	Проведение экспериментальных исследований по электронно-стимулированной адсорбции кислорода на поверхности свинца.
5	Приобретение навыков работы с программным обеспечением, позволяющим регистрировать оже-спектры, спектры вторичной электронной эмиссии, спектров характеристических потерь энергии электронами
6	Изучение процедуры загрузки образца через систему шлюзования, настройки приемного тракта для записи распределения вторично-эмиттированных электронов и его первой производной.
7	Получение навыков работы с электронным микроскопом QX3plus.
8	Изучение внешнего вида микроканальных пластин с помощью электронного микроскопа QX3plus.

### **Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

Таблица 5.

<i>№</i>	<i>Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение</i>
1	Энергоанализаторы заряженных частиц
2	Приемный тракт электронного спектрометра поверхности
3	Проблемы количественной оже-спектроскопии
4	Области использования электронной спектроскопии поверхности
5	Физические основы оже-спектроскопии, ФЭС, УФЭС, РФЭС
6	Вопросы интерпретации спектров вторичной электронной эмиссии
7	Способ расчета углеродных нанотрубок с металлическими и полупроводниковыми свойствами с заданными индексами хиральности
8	Технология изготовления микроканальных пластин

9	Виды воздействия на поверхность.
10	Сопровождающие явления при возбуждении поверхности
11	Получение и измерение сверхвысокого вакуума
12	Вакуумные условия и причины загрязнения поверхности
13	Электрическое дифференцирование
14	Эмиссионные методы диагностики
15	Типичные блок-схемы спектральных установок

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

#### *Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемые компетенции ПК-1)*

##### ***Первый коллоквиум***

1. Характерные отличия наносистем и причины их появления. Некоторые из приоритетных направлений наноструктурной технологии.
2. Диэлектрики, полупроводники и проводники. Доноры и акцепторы.
3. Подвижность и электропроводность. Эффективные массы. Экситоны.
4. Поверхность Ферми. Обратное пространство и решетка.
5. Энергетический спектр электронных и фотонных возбуждений в системах пониженной размерности: размерное квантование в двухмерном и одномерном случаях, квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы.

##### ***Второй коллоквиум***

1. Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв.
2. Газофазный синтез (конденсация паров). Плазмохимический синтез.
3. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление.
4. Особенности физических взаимодействий на наномасштабном уровне.
5. Роль объема и поверхности на физические свойства наноструктур.
6. Атомная структура идеальной поверхности. Реальная поверхность. Дефекты.

##### ***Третий коллоквиум***

1. Динамика атомов в объеме и на поверхности. Сверхрешетки.
2. Механика нанообъектов. Механические колебания, сила трения. Кулоновское взаимодействие.
3. Оптические свойства квантово-размерных структур. Особенности распространения света в наноструктурированных средах. Магнитные свойства нанообъектов.
4. Классификация методов исследования нанообъектов и наносистем.
5. Оптическая микроскопия. Конфокальный микроскоп. Микроскоп ближнего поля. Нелинейно-оптический микроскоп.
6. Электронная и ионная спектроскопия и микроскопия. Основные методы сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии.

#### ***Рекомендации при подготовке к коллоквиуму***

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;



- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

### **5.2.Образцы тестовых заданий**

*(контролируемые компетенции ПК-1)*

№1. В наноструктурной технологии приоритетными направлениями являются:

- А)молекулярный дизайн материалов и веществ;
- Б)нанопроцессоры с низким уровнем энергопотребления и более высокой производительностью;
- В)новые элементы вакуумной электроники;
- Г)небольшие по размеру ЗУ с мультитерабитным объемом памяти;
- Д)новые схемы плазменной электроники;
- Е)новые лекарственные препараты и методы адресной доставки сверхмалых доз в организм;
- Ж)новые методы мониторинга окружающей среды и организма человека с использованием наносенсоров.

№ 2 Материальный объект в виде упорядоченных или самоупорядоченных, связанных между собой элементов с нанометрическими характеристическими размерами (1-100нм), кооперация которых обеспечивает возникновение у объекта новых свойств – это

- А. Наноматериалы
- Б. Нанонаука
- В. Нанотехника
- Г. Наносистема
- Д. Наносистемотехника
- Е. Нанотехнологии
- Ж. Нанодиагностика

№3. Наиболее характерными проявлениями «наномира» даже по сравнению с традиционными объектами с макроскопическими характеристическими размерами следует признать:

- А)появление традиционных видов симметрии, особых видов сопряжения границ раздела;
- Б)появление нетрадиционных видов симметрии, особых видов сопряжения границ раздела;
- В)доминирование самоупорядочения и самоорганизации над процессами искусственного упорядочения;
- Г)доминирование искусственного упорядочения над процессами самоупорядочения и самоорганизации;
- Д)высокая «полевая» (электрическая, магнитная) активность и «каталитическая» (химическая) избирательность поверхности ансамблей на основе наночастиц;

Е)обычный характер протекания процессов передачи энергии, заряда, отличающихся низким энергопотреблением и высокой скоростью.

Ж)особый характер протекания процессов передачи энергии, заряда, отличающихся низким энергопотреблением и высокой скоростью.

№4. Необходимость изучения свойств объектов с наноструктурными размерами связана

- А) С появлением необычных характеристик
- Б) С появлением новых свойств и необычных характеристик
- В) С появлением новых свойств

№5. Наноструктура, имеющая порядок только в одном измерении, называется

- А) Квантовая точка
- Б) Квантовая проволока
- В) Квантовая яма

№6. Типичный представитель полупроводниковых соединений  $A^{III}B^V$

- А) CdSe
- Б) AsGa
- В) ZnS

№7. Римские цифры в обозначении  $A^{III}B^V$  означают

- А) Периоды таблицы Менделеева
- Б) Группы таблицы Менделеева
- В) Валентность элементов

№8. Сколько решеток Браве возможно для двумерного случая

- А) 2
- Б) 3
- В) 4
- Г) 5
- Д) 6

№9. НЕВОЗМОЖНЫЙ способ упорядочения в двумерном случае

- А) Квадратный
- Б) Простой прямоугольный
- В) Центрированный прямоугольный
- Г) Октагональный
- Д) Гексагональный

№10. В твердых телах энергетические уровни атома

- А) Не образуют зоны с щелями между ними
- Б) Образуют зоны с щелями между ними
- В) Образуют зоны без щелей между ними

#### ***Методические рекомендации по подготовке к тестированию***

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

- б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;
- г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

### ***Критерии оценивания***

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 0 баллов</b>	<b>удовлетвори- тельно 3 балла</b>	<b>хорошо 4 балла</b>	<b>отлично 5 баллов</b>
Менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных заданий.	71-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

### **5.3. Задания для лабораторных занятий** *(контролируемые компетенции ПК-1)*

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

***Пример типовой лабораторной работы «Изучение внешнего вида микроканальных пластин с помощью электронного микроскопа QX3plus»***

**Цель работы:** получение практических навыков при изучении внешнего вида микроканальных пластин с помощью электронного микроскопа QX3plus.

#### **Методические указания**

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, сущность ожидаемых результатов. Для этого необходимо подготовиться теоретически. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные работы на персональном компьютере студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- теоретическое обоснование темы;
- экспериментальные результаты;
- общие выводы о работе и заключение.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

## **6. Промежуточная аттестация** (контролируемые компетенции ПК-1)

### ***Список основных вопросов к экзамену***

1. Характерные отличия наносистем и причины их появления.
2. Некоторые из приоритетных направлений наноструктурной технологии.
3. Диэлектрики, полупроводники и проводники.
4. Доноры и акцепторы.
5. Подвижность и электропроводность. Эффективные массы. Экситоны.
6. Поверхность Ферми. Обратное пространство и решетка.
7. Энергетический спектр электронных и фотонных возбуждений в системах пониженной размерности: размерное квантование в двухмерном и одномерном случаях.
8. Энергетический спектр электронных и фотонных возбуждений в системах пониженной размерности: квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы.
9. Механосинтез, детонационный синтез и электровзрыв.
10. Газофазный синтез (конденсация паров).
11. Плазмохимический синтез.
12. Осаждение из коллоидных растворов.
13. Термическое разложение и восстановление.
14. Особенности физических взаимодействий на наномасштабном уровне.
15. Роль объема и поверхности на физические свойства наноструктур.
16. Атомная структура идеальной поверхности. Реальная поверхность.
17. Дефекты. Динамика атомов в объеме и на поверхности.
18. Сверхрешетки.
19. Механика нанообъектов.
20. Механические колебания, сила трения. Кулоновское взаимодействие.
21. Оптические свойства квантово-размерных структур.
22. Особенности распространения света в наноструктурированных средах.
23. Магнитные свойства нанообъектов.
24. Классификация методов исследования нанообъектов и наносистем.
25. Оптическая микроскопия.
26. Конфокальный микроскоп.
27. Микроскоп ближнего поля.
28. Нелинейно-оптический микроскоп.
29. Электронная и ионная спектроскопия и микроскопия.
30. Основные методы сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии.

### ***Методические рекомендации при подготовке к экзамену***

Подготовка студентов к зачету включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защите.

Для подготовки к ответам вопросы зачета (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к зачету студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

#### ***Распределение баллов текущего, рубежного контроля***

<b>№</b>		<b>Общая сумма</b>	<b>1-я точка</b>	<b>2-я точка</b>	<b>3 точка</b>
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	Тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	Коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
<b>Итого</b>		<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>

#### ***Критерии оценивания***

При освоении дисциплины формируются компетенции ПК-1. Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

#### ***Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом***

<b>Баллы (рейтинго- вой оценки)</b>	<b>Результат освоения</b>	<b>Требования уровню сформированности компетенций</b>
61-70	Зачтено (без про- цедуры сдачи за- чета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки, входящие в состав компетенций: <ul style="list-style-type: none"> <li>• способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1);</li> <li>• способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-2).</li> </ul>
36-61	Зачтено (с процеду- рой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-1, ПК-2, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не допу- щен к за- чету	Компетенции не сформированы

### **7.Контроль курсовых работ**

В соответствии с учебным планом по дисциплине курсовые работы не предусмотрены.

### **8.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

Таблица 6.

<i>Результаты обучения (компетенции)</i>	<i>Основные показатели оценки результатов обучения</i>	<i>Вид оценочного материала</i>
Способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1)	<u>Знать</u> : место и роль математических моделей технологических процессов, полупроводниковых приборов и ИМС в области разработки и производства современных изделий электронной техники	Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса ( <i>раздел 5.1.1</i> ); типовые тестовые задания ( <i>раздел 5.2.</i> ); типовые оценочные материалы к экзамену ( <i>раздел 6.</i> )
	<u>Уметь</u> : выбирать фундаментальные физические уравнения при заданных ограничениях и на их основе создавать математические модели для конкретных технологических процессов, полупроводниковых приборов и интегральным микросхем	Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса ( <i>раздел 5.1.1</i> ); типовые тестовые задания ( <i>раздел 5.2.</i> ); типовые оценочные материалы к экзамену ( <i>раздел 6.</i> )
	<u>Владеть</u> : современным математическим аппаратом, используемым для построения моделей полупроводниковых приборов и ИМС; современными программами математического моделирования	Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса ( <i>раздел 5.1.1</i> ); типовые тестовые задания ( <i>раздел 5.2.</i> ); типовые оценочные материалы к экзамену ( <i>раздел 6.</i> )
	<u>Владеть</u> : методами обработки и оценки погрешности результатов измерений. Умеет исследовать нанообъекты.	Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса ( <i>раздел 5.1.1</i> ); типовые тестовые задания ( <i>раздел 5.2.</i> ); типовые оценочные материалы к экзамену ( <i>раздел 6.</i> )

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]. -М.: Логос, 2016.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66410.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Головкина М.В. Нанопотоника и физика наноструктур [Электронный ресурс]: сборник задач. -Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 33 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75389.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Глущенко А.Г. Наноматериалы и нанотехнологии [Электронный ресурс]. - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75388.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### Дополнительная литература

1. Федоренко В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе [Электронный ресурс]. -М.: Росинформагротех, 2007.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15743.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Малышев К.В. Наноматериалы для радиоэлектронных средств. Подготовка сканирующего туннельного микроскопа к диагностике и модификации наноматериалов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по курсу «Наноматериалы для радиоэлектронных средств». - М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31463.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]. Учебное пособие. -Минск: Высшая школа, 2015.— 512 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### ***Периодические издания***

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области нанотехнологий: Электронная промышленность, Микроэлектроника, Электроника НТБ, Нано и микросистемная техника.

### ***Интернет-ресурсы***

1. URL: <http://lib.kbsu.ru/> Библиотека КБГУ.
2. URL: <http://www.garant.ru>. Справочная правовая система «Гарант».
3. URL: <http://www.consultant.ru> Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> ЭБС «Консультант студента»
5. <http://www.ph4s.ru> -Образовательный проект А.Н. Варгина
6. URL: <http://www.sciencedirect.com>. Профессиональные поисковые системы. Полнотекстовая база данных ScienceDirect
7. <http://metod.ce.cctpu.edu.ru/edu> - Ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений. Государственные образовательные стандарты. Нормативные документы.
8. <http://www.intuit.ru/department/> - Бесплатное дистанционное обучение в Национальном Открытом Университете
9. <http://www.citforum.ru> - Публикации и обзоры из области интернет-технологий
10. <http://www.x-sky.ru/ebook>, <http://www.iprbookshop.ru>- электронно-библиотечные системы

## **10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением различных программных сред.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:



- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №238, расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов;
- меловая доска.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторный практикум проводится в лаборатории №420, расположенной по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ). Лаборатория оснащена современным программным обеспечением (операционная системами Windows10, языки программирования Делфи, С++ )и выходом в Интернет.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа и лабораторных занятий используются:

**лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:**

- Microsoft Office лицензия: Договор №135 от 22.05.2018, договор № л-21100 от 20.09.2017, сертификат от 29.11.2017, договор № 28/2017-31705322460 от 29.08.2017, договор № 18/2016-31603884322 от 12.08.2016, договор № 4/14-08 от 14.08.2015, договор № 1/01-12 от 01.12.2014, договор №0331100002314000061-0003152-01 от 25.11.2014, договор №0331100002314000077-0003152-01 от 29.12.2014, договор №0331100002314000038-0003152-01 от 10.09.2014, сертификат от 20.04.2009, сертификат от 18.06.2008, сертификат от 12.10.2007, сертификат от 14.03.2007;
- архиватор 7z, Adobe Acrobat Reader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- Mozilla Firefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, Google Chrome лицензия: предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом по адресу <https://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html>.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)**  
**«Физика наноструктур» по направлению подготовки**  
**11.03.04 Электроника и микроэлектроника**  
**профиль Современные информационные технологии в электронной технике**  
**на 20\_\_\_\_ – 20\_\_\_\_ учебный год**

<b>№ п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений</b>	<b>Примечание</b>

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры*  
электроники и цифровых информационных технологий, протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_»  
\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Р.Ш.Тешев/