

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

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

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы

Директор ИИЭ и Р

\_\_\_\_\_ **Р.Ш. Тешев**

\_\_\_\_\_ **Б.В. Шогенов**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.О.10.02 «ЭЛЕКТРОНИКА»**

Направление подготовки  
**11.03.01 Радиотехника**

**Профиль: Интегрированные системы безопасности**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик, 2024 г.**

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Электроника» /сост. Р. Ш. Тешев– Нальчик: КБГУ, 2024 г., 23 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Электроника» предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, 4 семестра, 2 курса.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Электроника» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» сентября 2017 г. № 931.

## 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) .....	5
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
<i>Структура дисциплины (модуля)</i> .....	8
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	9
5.1. Коллоквиум .....	9
5.1.1 Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемая компетенция ОПК-2) .....	9
5.2. Образцы тестовых заданий(контролируемая компетенция ОПК-2).....	11
<i>Методические рекомендации по подготовке к тестированию</i> .....	12
<i>Критерии оценивания</i> .....	13
5.3. Задания для лабораторных занятий .....	13
6. Промежуточная аттестация .....	14
Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2. ....	16
7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	16
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
<i>Основная литература</i> .....	17
<i>Дополнительная литература</i> .....	17
<i>Периодические издания</i> .....	17
<i>Интернет-ресурсы</i> .....	18
9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий .....	18
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	18
Приложение 1 Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) ....	21
Приложение 2. Критерии оценки качества освоения дисциплины .....	22

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

### **Целью дисциплины является:**

- подготовка выпускника, владеющего физическими основами и принципами действия приборов вакуумной электроники и полупроводниковых приборов;
- обучение теоретическим основам и методам экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники различного функционального назначения и их применению.

### **Основные задачи дисциплины:**

- изучение основных типов полупроводниковых приборов и приборов вакуумной электроники и физических процессов, обеспечивающих их работу;
- овладение методами исследования полупроводниковых приборов и приборов вакуумной электроники;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний, способностей для самостоятельной работы.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

- 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).
- 0.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

## **2. Место дисциплины(модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина включена в базовую часть обязательных дисциплин учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.01 Радиотехника профиль: «Интегрированные системы безопасности».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

- **Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры** (профессиональный стандарт 06.005«Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации -5);
- **Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники**(профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины «Электроника» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Математика», «Материалы и компоненты электронных средств», «Основы теории цепей».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при изучении дисциплин: «Радиоэлектроника», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Основы полупроводниковой схемотехники» и др., а также при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование **общепрофессиональной компетенции (ОПК-2)**:

- Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

**Коды и наименования индикаторов достижения компетенции:**

В результате изучения дисциплины «Электроника» студент должен:

ОПК-Б.2.2 - Способен проводить выбор наилучшего способа проведения экспериментальных исследований.

ОПК-Б.2.3 - Способен представлять обработанные с оценкой погрешности результаты экспериментальных исследований.

**Знать:**

- принцип работы устройства;
- методы и средства проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений;

**Уметь:**

- использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;
- работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.

**Владеть:**

- мониторингом технического состояния приборов ЭТ;
- эксплуатацией приборов электронной техники.

### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	<b>Тема 1.</b> <i>Электронно –</i>	Классификация и назначения материалов электронной техники. Основные	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>

	<i>дырочный переход.</i>	свойства полупроводников. Проводимость полупроводников. Образование электронно – дырочного перехода. Энергетические диаграммы р – n перехода в равновесии и при смещениях. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Диодная теория ВАХ. Реальная ВАХ р – n перехода. Диффузионная теория. Энергетическая диаграмма р – i – n перехода в равновесии. Ток по диффузионной теории через р – i – n переход. Емкость диода. Барьерная и диффузионная емкость и их зависимости от напряжения. Пробой р – n перехода. Туннельный пробой. Температурная зависимость пробивного напряжения. Тепловой пробой. Температурная зависимость пробивного напряжения. Лавинный пробой. Связь коэффициента лавинного размножения с коэффициентом ударной ионизации. Температурная зависимость пробивного напряжения. Тепловой пробой. Температурная зависимость пробивного напряжения.		
2	<b>Тема 2.</b> <i>Контакт металла с полупроводником</i>	Энергетические диаграммы контакта металл - полупроводник. Обедненные (запорные) и обогащенные (антизапорные слои). Распределение объемного заряда и электрического поля в переходе металл – полупроводник. Ширина обедненного слоя в равновесии и при смещениях. ВАХ диодов с контактом Шоттки. Омический контакт.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>
3	<b>Тема 3.</b> <i>Биполярный транзистор (БТ).</i>	Биполярный транзистор. Структура. Режимы работы. Схемы включения. Принцип работы БТ. Коэффициенты усиления при различных схемах включения. Статические параметры при различных режимах работы БТ. Статические характеристики в схемах с ОБ и ОЭ. Пробой транзистора.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>
4	<b>Тема 4.</b> <i>Тиристоры.</i>	Тиристоры. Структура диодного тиристора (динистора). Принцип работы. ВАХ динистора.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>

		Триодный тиристор (тринистор). Принцип действия. ВАХ тринистора в закрытом состоянии.		
5	<b>Тема 5.</b> <i>Полевые транзисторы.</i>	Полевой транзистор с управляющим р – n переходом. Структура и принцип работы. Статические характеристики и малосигнальные параметры. Частотные характеристики. МДП – транзистор с индуцированным каналом. Структура. Принцип работы. Статические характеристики. МДП – транзистор с встроенным каналом. Структура. Принцип работы. Статические характеристики. Приборы с зарядовой связью. Структура. Принцип действия. Характеристики и параметры.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>
6	<b>Тема 6.</b> <i>Приборы на основе объемных эффектов.</i>	Туннельный диод. Принцип действия. Зонные диаграммы ВАХ. Эквивалентная схема ТД. Основные параметры. Обращенный диод. Лавинно – пролетный диод. Условия появления отрицательного динамического сопротивления и его физический смысл. Структура и принцип действия ЛДП. Лавинно – пролетный режим. Режим с захваченной плазмой. Эффект Ганна. Междолинный переход электронов и ОДС. Принцип действия диода Ганна. Пролетный режим.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>
7	<b>Тема 7.</b> <i>Вакуумная электроника. Приборы и устройства вакуумной электроники.</i>	Термоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Эмиссия горячих электронов. Экзоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Электронная пушка. Движение электрона в однородных полях. Однородное магнитное поле. Движение электрона в скрещенных полях. Электростатическая отклоняющая система. Управление с помощью электронной оптики. Управление с помощью магнитной оптики. Классификация приборов вакуумной электроники. Электронные лампы. Электронные лампы СВЧ. Приборы типа «сигнал-свет». Прибор типа «свет-сигнал». Приборы с накоплением заряда.	<b>ОПК-2</b>	<b>ЛР, К, Т</b>

	Приборы без накопления заряда. Приборы типа «сигнал-сигнал». Приборы типа «свет-свет». Вакуумные фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители.		
--	--	--	--

### Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	5 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	34	34
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
Курсовой проект (КП) Курсовая работа (КР)	не предусмотрены	не предусмотрены
Самостоятельное изучение разделов	49	49
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Электронно – дырочный переход.
2.	Контакт металла с полупроводником.
3.	Биполярный транзистор (БТ).
4.	Тиристоры.
5.	Полевые транзисторы.
6.	Приборы на основе объемных эффектов.
7.	Вакуумная электроника. Приборы и устройства вакуумной электроники.

Таблица 4. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Изучение физических процессов, происходящих в структуре с р-п переходом.
2.	Электрические свойства электронно-дырочных переходов.
3.	Исследование импульсивных характеристик диодов.
4.	Исследование туннельных диодов.
5.	Исследование статистических параметров маломощных транзисторов и диодов.
6.	Исследование частотных свойств БТ.
7.	Изучение статистических характеристик биполярного транзистора.
8.	Исследование полевых транзисторов.
9.	Исследование характеристик полупроводниковых приборов на установке Л2-56.
10.	Изучение статистических характеристик управляемых тиристоров типа р-п-р-п.



Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Методы формирования и классификация электронно-дырочных переходов.
2.	Омический переход на контакте полупроводников с одним типом электропроводности.
3.	Технология изготовления и конструкция биполярных транзисторов.
4.	Конструкция и технология изготовления тиристорных.
5.	Разновидности приборов с зарядовой связью.

## 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.

#### *5.1.1 Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемая компетенция ОПК-2)*

##### ***Первый коллоквиум***

1. Классификация и назначения материалов электронной техники.
2. Основные свойства полупроводников. Проводимость полупроводников.
3. Образование электронно – дырочного перехода.
4. Энергетические диаграммы  $p - n$  перехода в равновесии и при смещениях.
5. Высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов.
6. Диодная теория ВАХ. Реальная ВАХ  $p - n$  перехода.
7. Диффузионная теория. Энергетическая диаграмма  $p - i - n$  перехода в равновесии. Ток по диффузионной теории через  $p - i - n$  переход.
8. Емкость диода. Барьерная и диффузионная емкость и их зависимости от напряжения.
9. Пробой  $p - n$  перехода. Туннельный пробой. Температурная зависимость пробивного напряжения.
10. Лавинный пробой. Связь коэффициента лавинного размножения с коэффициентом ударной ионизации.
11. Температурная зависимость пробивного напряжения. Тепловой пробой.
12. Энергетические диаграммы контакта металл - полупроводник.
13. Обедненные (запорные) и обогащенные (антизапорные слои).
14. Распределение объемного заряда и электрического поля в переходе металл – полупроводник.
15. Ширина обедненного слоя в равновесии и при смещениях.
16. ВАХ диодов с контактом Шоттки. Омический контакт.

##### ***Второй коллоквиум***

1. Биполярный транзистор. Структура.
2. Режимы работы. Схемы включения. Принцип работы БТ.
3. Коэффициенты усиления при различных схемах включения. Статические параметры при различных режимах работы БТ.
4. Статические характеристики в схемах с ОБ и ОЭ. Пробой транзистора.

5. Тиристоры. Структура диодного тиристора (динистора). Принцип работы. ВАХ динистора.
6. Триодный тиристор (тринистор). Принцип действия. ВАХ тринистора в закрытом состоянии.
7. Полевой транзистор с управляющим р – n переходом. Структура и принцип работы.
8. Статические характеристики и малосигнальные параметры. Частотные характеристики.
9. МДП - транзистор с индуцированным каналом. Структура. Принцип работы. Статические характеристики.
10. МДП – транзистор с встроенным каналом. Структура. Принцип работы. Статические характеристики.
11. Приборы с зарядовой связью. Структура. Принцип действия. Характеристики и параметры.

### ***Третий коллоквиум***

1. Туннельный диод. Принцип действия.
2. Зонные диаграммы ВАХ. Эквивалентная схема ТД. Основные параметры.
3. Обращенный диод.
4. Лавинно – пролетный диод. Условия появления отрицательного динамического сопротивления и его физический смысл.
5. Структура и принцип действия ЛДП. Лавинно – пролетный режим. Режим с захваченной плазмой.
6. Эффект Ганна. Междолинный переход электронов и ОДС.
7. Принцип действия диода Ганна. Пролетный режим.
8. Термоэлектронная эмиссия.
9. Фотоэлектронная эмиссия.
10. Вторичная электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия.
11. Эмиссия горячих электронов. Экзоэлектронная эмиссия.
12. Автоэлектронная эмиссия. Электронная пушка.
13. Движение электрона в однородных полях. Однородное магнитное поле.
14. Движение электрона в скрещенных полях. Электростатическая отклоняющая система.
15. Управление с помощью электронной оптики. Управление с помощью магнитной оптики.
16. Классификация приборов вакуумной электроники. Электронные лампы.
17. Электронные лампы СВЧ. Приборы типа «сигнал-свет». Прибор типа «свет-сигнал»
18. Приборы с накоплением заряда. Приборы без накопления заряда.
19. Приборы типа «сигнал-сигнал». Приборы типа «свет-свет».
20. Вакуумные фотоэлементы. Фотоэлектронные умножители.

### ***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*

Оценка			
Неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
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 (контролируемая компетенция ОПК-2)

- Ограничивающим фактором диффузии в р-п переходе является:
  - Внешнее электрическое поле ОПЗ;
  - Внутреннее электрическое поле ОПЗ;
  - Внутреннее и внешнее электрическое поле ОПЗ;
  - Ограничивающего фактора диффузии в р-п переходе нет.
- Укажите формулу ширины ОПЗ в общем виде.
  - $d = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{e} \cdot \frac{Na+Nd}{Na \cdot Nd} \cdot (\varphi_k \pm u)}$ ;
  - $d = \sqrt{\frac{e}{2\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{Na+Nd}{Na \cdot Nd} \cdot (\varphi_k \pm u)}$ ;
  - $d = \sqrt{\frac{2\varepsilon\varepsilon_0}{e} \cdot \frac{Na+Nd}{Na-Nd} \cdot (\varphi_k \pm u)}$ ;
  - $d = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{e\varepsilon_0} \cdot \frac{Na+Nd}{Na \cdot Nd} \cdot (\varphi_k \pm u)}$ .
- При прямом смещении ОПЗ
  - Уменьшается;
  - Увеличивается;
  - Не изменяется;
  - В начале уменьшается, а потом увеличивается.
- При прямом смещении в р-п переходе происходит
  - Экстракция;
  - Инжекция;
  - Экстракция и инжекция;
  - Дрейф носителей заряда.
- Диодная теория – это теория тонкого р-п перехода, когда
  - Ширина ОПЗ много меньше диффузионной длины  $d \ll L$ ;

- б) Ширина ОПЗ много больше диффузионной длины  $d \gg L$ ;
  - в) Ширина ОПЗ равна диффузионной длине  $d = L$ ;
  - г) Ширина ОПЗ меньше либо равна диффузионной длине  $d \leq L$ .
- 6. В диодной теории пренебрегают
  - а) Экстракцией;
  - б) Дрейфом;
  - в) Рекомбинацией;
  - г) Диффузией.
- 7. Диффузионная теория – это теория толстого перехода, когда
  - а) Ширина ОПЗ много меньше диффузионной длины  $d \ll L$ ;
  - б) Ширина ОПЗ много больше диффузионной длины  $d \gg L$ ;
  - в) Ширина ОПЗ равна диффузионной длине  $d = L$ ;
  - г) Ширина ОПЗ меньше либо равна диффузионной длине  $d \leq L$ .
- 8. Емкость диода состоит только из
  - а) Барьерной емкости;
  - б) Диффузионной емкости;
  - в) Барьерной и диффузионной емкости;
  - г) Диод емкостью не обладает.
- 9. Реальная ВАХ р-п перехода отличается от диодной только
  - а) Наличием омического участка;
  - б) Наличием вырожденного и омического участка;
  - в) Наличием вырожденного участка;
  - г) Ничем не отличается.
- 10. Инжекцией называется
  - а) Уменьшение концентрации ННЗ при прямом смещении;
  - б) Уменьшение концентрации ННЗ при обратном смещении;
  - в) Увеличение концентрации ННЗ при прямом смещении;
  - г) Увеличение концентрации ННЗ при обратном смещении.

### ***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>удовлетворительно 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** *(контролируемая компетенция ОПК-2)*

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 «Электрические свойства электронно-дырочных переходов»***

Целью данной работы является исследование вольт-амперных характеристик, дифференциальной емкости, дифференциального сопротивления р-пперехода(диода) и их изменения с температурой.

#### ***Методические рекомендации***

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. 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 измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

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;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;

- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

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. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. 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** (контролируемая компетенция ОПК-2)

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

1. Диффузионный ток в полупроводниках. Закон полного тока.
2. Уравнение непрерывности. Диффузионная длина носителей заряда.
3. Виды электрических контактов, требования к ним.
4. Р-п-переход в равновесии.
5. Р-п-переход в смещении.
6. ВАХ идеального и реального р-п-перехода.
7. Принцип действия, режимы работы, характеристики, условное графическое обозначение и маркировка диодов: выпрямительных, ВЧ, импульсных.
8. Принцип действия, режимы работы, характеристики, условное графическое обозначение и маркировка диодов: варикапов, стабилитронов, стабилиторов.
9. Принцип действия, ВАХ, обозначение туннельного диода.
10. Выпрямляющий контакт металл-полупроводник в равновесии.
11. Выпрямляющий контакт металл-полупроводник в смещении. Диодная и диффузионная теории выпрямления.
12. Контакт металл – полупроводник с омическими свойствами. Способы формирования.
13. Структура и принцип действия биполярных транзисторов.
14. Режимы работы, схемы включения, параметры биполярных транзисторов.
15. Особенности ВАХ, дифференциальные коэффициенты передачи биполярного транзистора, включенного по схеме ОБ.
16. Особенности ВАХ, дифференциальные коэффициенты передачи биполярного транзистора, включенного по схеме ОЭ.
17. Структура и принцип действия тиристоров.
18. Типы тиристоров. Схемы включения, параметры и ВАХ тиристоров.
19. Эффект поля. МДП-структура. Поверхностная проводимость.
20. Вольт-фарадные характеристики МДП-структуры. Поверхностный варикап.
21. Структура и принцип действия МДП-транзисторов с индуцированным каналом.
22. ВАХ и параметры МДП-транзисторов с индуцированным каналом.
23. Структура и принцип действия МДП-транзисторов со встроенным каналом.
24. ВАХ и параметры МДП-транзисторов со встроенным каналом.
25. Основы эмиссионной электроники.
26. Физические процессы в двухэлектродной лампе. Назначение и разновидности.
27. Физические процессы в трехэлектродной лампе. Назначение и разновидности.
28. Многоэлектродные лампы. И основные параметры.

29. Устройство и принцип действия электронно-лучевых приборов.  
30. Особенности электронно-лучевых приборов различного назначения.

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

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течении семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (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 экзамену 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 экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

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

<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>
<b>3.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30 баллов</b>	<b>min – 15, max – 30 баллов</b>		

### ***Критерии оценивания***

При освоении дисциплины формируется компетенция ОПК-2. Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанной компетенцией (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);

- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенцией (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.**

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

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. (ОПК-2) <b>Коды и наименования индикаторов достижения компетенции:</b> ОПК-2.2. Проводит выбор наилучшего способа проведения экспериментальных исследований. ОПК-2.3. Представляет обработанные с оценкой погрешности результаты экспериментальных	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принцип работы устройства;</li> <li>– методы и средства проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений;</li> </ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;</li> <li>– работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.</li> </ul>	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> ).  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> ).



исследований.	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– мониторингом технического состояния приборов ЭТ;</li> <li>– эксплуатацией приборов электронной техники.</li> </ul>	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> ).
---------------	---	--

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### *Основная литература*

1. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: учебное пособие для вузов по направлению 010700 "Физика" и специальности 010701 "Физика" / В. А. Гуртов. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2008. – 408 с. (14 экз., имеется электронная версия)
2. Шалимова, К.В. Физика полупроводников: Учебник. 4-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 1985. — 400 с.: ил.(имеется электронная версия)
3. Троян, П.Е. Твердотельная электроника. М.: ТУСУР, 2006. — 330 с. ЭБС «IPRBooks»

### *Дополнительная литература*

4. Щука А.А. Электроника: учебное пособие/ А.А. Щука; под редакцией проф. А.А. Сигова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 800 с.
5. Дьяконов, В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 1: Приборы общего назначения.— М. : ДМК Пресс, 2013. — 600 с.
6. Дьяконов, В.П. Сверхскоростная твердотельная электроника. Т. 2: Приборы специального назначения.— М. : ДМК Пресс, 2013. — 576 с.
7. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008. - 488 с.
8. О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. Электроника. Учебник для вузов 4-е изд., стер. - М.: ВШ. 2008. (Электронный учебник в библиотеке КБГУ, режим доступа <http://lib.kbsu.ru>).
9. А.Л. Марченко. Основы электроники, уч. пос. для вузов.изд. ДМК Пресс. 2000. М.А. Жаворонков, А.В. Кузин. Электротехника и электроника: уч. пос. - М.-Л: Академия, 2005. - 49 экз.
10. Н.М. Тугов и др. Полупроводниковые приборы. - М.: Энергоатомиздат. 1996.

### *Периодические издания*

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники, микро и наноэлектроники:

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов.
- Электроника.

- Физика и техника полупроводников.
- Микроэлектроника.
- Квантовая электроника.
- Радиоэлектроника
- Материалы электронной техники.
- Физика твердого тела
- Известия вузов.

### ***Интернет-ресурсы***

1. <http://lib.kbsu.ru/>- Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> -Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. [http://www.ph4s.ru/book\\_electronika.html](http://www.ph4s.ru/book_electronika.html) - Образовательный проект А.Н.Варгина
6. <http://www.Russianelectronics.ru> -портал «Время электроники»;
7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <http://metodist.lbz.ru/iumk/nano/lections.php> - видеоролики по нанотехнологии;
9. <http://nano.fcior.edu.ru> – каталог научно- образовательных ресурсов для наноиндустрии.
10. <https://www.sciencedirect.com/> - Полнотекстовая база данных ScienceDirect.

## **9. 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 программных сред Microsoft Excel, MathCad.

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

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

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №136, расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), условный номер – 14, оснащенная мультимедийным проектором и

комплексом 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.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории №136 «Вакуумная и твердотельная электроника», расположенной по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ), условный номер -14, оснащенной необходимым оборудованием:

- измерительные приборы и оборудование по исследованию статических, динамических и частотных параметров и характеристик диодов, транзисторов (биполярных и полевых) и тиристоров (диодных и триодных);
- измеритель характеристик полупроводниковых приборов Л2-56;
- стенд для измерения параметров и характеристик ЛПДО-2;
- цифровые вольтметры, амперметры, мосты постоянного и переменного тока, генераторы, осциллографы, источники питания, мультиметры и др.

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, семинарских занятий используются:

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

- MicrosoftOffice 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, AdobeAcrobatReader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- MozillaFirefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, GoogleChrome 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. 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, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

# Приложение 1

## Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) «Электроника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника направленность (профиль) Интегрированные системы безопасности на 20 – 20 учебный год

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

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры  
электроники и цифровых информационных технологий,*

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_ / Р.Ш. Тешев \_\_\_\_\_ /  
подпись                      расшифровка подписи                      дата

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>ОПК-2</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. (ОПК-2) <b>Коды и наименования индикаторов</b>	<b>Знать ИД-1опк-2:</b> - принцип работы устройства; - методы и средства проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений;	Не знает	отсутствие знаний о: - принципе работы устройства; - методах и средствах проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений.	неполные знания о: - принципе работы устройства; - методах и средствах проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений.	в целом успешные знания о: - принципе работы устройства; - методах и средствах проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений.	полностью сформированные знания о: - принципе работы устройства; - методах и средствах проведения экспериментальных исследований, обработки и оценки погрешности результатов измерений.
	<b>Уметь ИД-2опк-2:</b> - использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;	Не умеет	отсутствие или частичное умение: - использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;	недостаточное умение:- использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;	в целом успешное умение: - использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;	полностью сформированное умение:- использовать средства измерений для контроля технического состояния приборов электронной техники;

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>Код компетенции</b> <b>ОПК-2.2.</b> Проводит выбор наилучшего способа проведения экспериментальных исследований	<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ</b> техники; - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.		- работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.	- работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.	- работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.	техники; - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию приборов электронной техники.
	<b>Владеть ИД-Зопк-2:</b> - мониторингом технического состояния приборов ЭТ; - эксплуатацией приборов электронной техники.	Не владеет	отсутствие навыков владения: - мониторингом технического состояния приборов ЭТ; - эксплуатацией приборов электронной техники.	недостаточное владение: - мониторингом технического состояния приборов ЭТ; - эксплуатацией приборов электронной техники.	наличие навыков владения:- мониторингом технического состояния приборов ЭТ; - эксплуатацией приборов электронной техники.	успешное владение: - мониторингом технического состояния приборов ЭТ; - эксплуатацией приборов электронной техники.

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
исследований						