

**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 информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель образовательной
программы**

Директор ИИЭ и Р

_____ **А.М. Кармоков**

_____ **Н.В. Черкесова**

«_____» _____ 2020 г.

«_____» _____ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.03 «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА»**

Направление подготовки

11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

Профиль: **Конструирование и технология радиоэлектронных средств**

Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

Форма обучения:

Очная

Нальчик 2020

Рабочая программа дисциплины: **Микроэлектроника** /сост. Гаев Д.С. – Нальчик: КБГУ, 2020- 21с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения направления подготовки по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств, 5 семестра, 3 курса.

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017г за № 928.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Цели и задачи освоения дисциплины..... | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО..... | 4 |
| 3. Требования к результатам освоения дисциплины | 4 |
| 4. Содержание и структура дисциплины | 5 |
| 4.1. Содержание разделов дисциплины | 5 |
| 4.2. Структура дисциплины..... | 7 |
| 4.3. Лекционные занятия | 8 |
| 4.4. Практические (Семинарские) занятия..... | 8 |
| 4.5. Лабораторные работы | 8 |
| 4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины..... | 9 |
| 4.7. Курсовая работа..... | 9 |
| 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации | 9 |
| 5.1. Коллоквиум..... | 10 |
| 5.2. Тесты | 12 |
| 5.4. Промежуточная аттестация | 15 |
| 7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности..... | 17 |
| 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины..... | 19 |
| 9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий..... | 20 |
| 10. Материально-техническое обеспечение работы | 20 |
| Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) | 23 |

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – подготовка бакалавров в области изделий интегральной электроники, знание которых необходимо при конструировании, производстве и эксплуатации микроэлектронной аппаратуры.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с представлениями об уровне современной микроэлектроники, ее методах, средствах, проблемах и перспективах;
- ознакомление студентов с основными принципами работы активных и пассивных элементов интегральных схем;
- изучение общих принципов работы цифровых и аналоговых интегральных схем;
 - применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования приборов и устройств микроэлектроники.

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).
- 40.058 «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 в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Микроэлектроника» включена вариативную часть блока Б1.В.03 учебного плана подготовки бакалавров по направлению ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств по профилю "Конструирование и технология радиоэлектронных средств".

Преподавание дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин(модулей): "Математика", "Физика (общая)", "Химия".

Освоение учебной дисциплины (модуля) микроэлектроника, необходимо для последующего изучения дисциплин «Интегральные устройства электронных средств», «Элементная база РЭС», выполнения выпускной квалификационной работы и приобретения знаний, умений и навыков, которые позволят обучающемуся 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).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

профессиональных компетенций (ПК):

- ✓ **Способен проводить техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры (ПК-1)** (профессиональный стандарт 06.005 Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер –электроник), трудовая функция В/01.5 - Техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры).

- ✓ **Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3)** (профессиональный стандарт 40.058 Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники, трудовая функция В/01.6 - Анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и разработка рекомендаций по их устранению и предупреждению).

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

- ✓ ПК-1.1. Анализирует методы технического обеспечения эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.
- ✓ ПК-1.2. Предлагает способы монтажа радиоэлектронной аппаратуры.
- ✓ ПК-1.3. Использует средства измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.
- ✓ ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.
- ✓ ПК-3.2. Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.
- ✓ ПК-3.3. Предлагает внесение изменений в техпроцесс.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- классификацию, номенклатуру, основные эксплуатационные характеристики и области практического применения современных изделий интегральной электроники;
- базовые принципы конструирования изделий микроэлектроники;
- перспективы и тенденции развития элементной базы микро- и наноэлектроники;
- базовые процессы и технологии изготовления интегральных схем;
- основы моделирования элементной базы микроэлектроники.

Уметь:

- делать обоснованный выбор изделия интегральной электроники для конкретного применения с учётом свойств, эксплуатационных характеристик и влияния на их внешних факторов;
- самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных по характеристикам и технологиям изготовления изделий интегральной электроники, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Владеть:

- информацией о современных тенденция развития микроэлектроники;
- информацией о путях повышения степени интеграции и об использовании новых физических принципов в микроэлектронике;
- первичными навыками проектирования и составления технологических маршрутов изготовления изделий микроэлектроники;
- навыками экспериментального определения основных параметров материалов электронной техники.

4. Содержание и структура дисциплины

4.1. Содержание разделов дисциплины

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. Содержание разделов дисциплины

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Форма текущего контроля |
|----|--|---|---|-------------------------|
| 1. | Введение в дисциплину | Цель и задачи изучения дисциплины, ее взаимосвязь с другими дисциплинами, изучаемыми в вузе. Роль микроэлектроники в технике, в том числе промышленной электронике, вычислительной технике и радио-электронике. Терминология и классификация изделий в микроэлектронике. Переход от дискретной технологии к интегральной. Основные направления микроэлектронной технологии. Физические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. Минимальные рабочие напряжения, определяемые тепловыми флуктуациями. Минимальные токи (дробовый эффект). Электрическая прочность тонких слоев и пленок. Электромиграция в токоведущих шинах. Предельная плотность размещения транзисторов в интегральных микросхемах. Технологические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. | ПК-1, ПК-3 | Т, К, ЛР |
| 2. | Интегральные микросхемы. Общие сведения. | Принцип интеграции. Понятия: интегральная микросхема (ИМС), элемент и компонент ИМС. Классификация ИМС по конструктивно-технологическому и функциональному признакам. Полупроводниковые и гибридные, цифровые и аналоговые ИМС. Основные параметры ИМС. | ПК-1, ПК-3 | Т, К, ЛР |
| 3. | Элементы полупроводниковых ИМС. | Основы планарной технологии. Сущность группового метода. Процессы эпитаксии, формирования диэлектрических покрытий, литографии, получение легированных слоев. Методы изоляции элементов, способы их коммутации. Элементы биполярных ИМС. Особенности структуры и топологии транзисторов в интегральном исполнении: эпитаксиально-планарный и изопланарный. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзисторы. Диодное включение транзисторных структур. Резисторы и конденсаторы биполярных ИМС. Соединительные металлические элементы, диффузионные шины. Элементы МДП ИМС. Особенности интегральных МДП транзисторов. Транзисторы с самосовмещенными затворами. МДП конденсаторы и резистивные элементы. Элементы МДП СБИС: принцип масштабирования, комплементарные структуры, вертикальные МДП транзисторы, структуры "кремний на ди- | ПК-1, ПК-3 | Т, К, ЛР |

| | | | | |
|----|--|---|---------------|-------------|
| | | электрике". Элементы ИМС на основе арсенида галлия. Сравнительная характеристика кремния и арсенида галлия как материалов микроэлектроники. Разновидности интегральных транзисторов на арсениде галлия. Особенности элементов со структурой металл-полупроводник и гетеропереходом. Элементная база и особенности структуры цифровых БИС и СБИС. | | |
| 4. | Элементы гибридных ИМС. | Основы пленочной технологии. Методы изготовления пленочных элементов. Пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы. Стабилизация и подгонка параметров элементов. Основные типы навесных компонентов, техника их монтажа. Особенности гибридных БИС. Конструкция многослойных коммутационных плат. | ПК-1, ПК-3 | Т, К, ЛР |
| 5. | Элементы функциональной микроэлектроники | Задачи и принципы функциональной микроэлектроники. Физическая интеграция. Основные направления функциональной микроэлектроники. Элементы оптоэлектроники. Характеристика и особенности оптической связи. Разновидности оптронов, их структура и основные свойства. Оптоэлектронные ИМС и интегральная оптика. Элементы магнитооптики. Магнитные эффекты в тонких магнитных пленках. Цилиндрические магнитные домены. Управление движением ЦМД. Принципы построения запоминающих и логических элементов на ЦМД. Элементы криоэлектроники. Практическая значимость явления сверхпроводимости. Туннельные эффекты Джозефсона: принцип действия, основные свойства, применение. Основы акустоэлектроники. Пьезоэлектрический эффект. Объемные и поверхностные акустические волны. Пьезорезонаторы. Устройства на поверхностных акустических волнах: принцип действия, основные свойства, применение. | ПК-1, ПК-3 | Т,К, ЛР |
| 6. | Надежность изделий микроэлектроники | Основные положения и понятия теории надежности. Интенсивность отказов, вероятность безотказной работы. Показатели надежности. Постепенные и катастрофические отказы. Причины отказов полупроводниковых приборов и ИМС. Надежность элементов ИМС в целом. Испытания на надежность. Пути повышения качества и надежности ИМС. | ПК-1, ПК-3 | Т,К, ЛР |

4.2. Структура дисциплины

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов)

| Вид работы | Трудоёмкость, часы | |
|--|--------------------|------------|
| | 2 семестр | Всего |
| Общая трудоемкость (в часах) | 108 | 108 |
| Контактная работа (в часах): | 51 | 51 |
| Лекции (Л) | 34 | 34 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 17 | 17 |
| Самостоятельная работа (в часах), в том числе и контактная: | 30 | 30 |
| Самостоятельное изучение разделов | 30 | 30 |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 27 | 27 |
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен | |

4.3.

Лекционные занятия

Таблица 3. Перечень лекционных занятий

| № п/п | Тема | Код контролируемой компетенции (или ее части) |
|-------|--|---|
| 1 | 2 | |
| 1 | (Вводная). Терминология и классификация изделий в микроэлектронике. Роль микроэлектроники в технике. | ПК-1, ПК-3 |
| 2 | Принцип интеграции. Основы планарной технологии. | ПК-1, ПК-3 |
| 3 | Элементы биполярных ИМС. Особенности структуры и топологии транзисторов в интегральном исполнении | ПК-1, ПК-3 |
| 4 | Элементы МДП ИМС. Особенности интегральных МДП транзисторов. | ПК-1, ПК-3 |
| 5 | Элементная база и особенности структуры цифровых БИС и СБИС. | ПК-1, ПК-3 |
| 6 | Основы пленочной технологии. | ПК-1, ПК-3 |
| 7 | Физическая интеграция. Основные направления функциональной микроэлектроники. | ПК-1, ПК-3 |
| 8 | Основные положения и понятия теории надежности. Пути повышения качества и надежности ИМС. | ПК-1, ПК-3 |

4.4. Практические (Семинарские) занятия

Практические занятия (Семинарские занятия) не предусмотрены программой

4.5.

Лабораторные работы

Таблица 4. Перечень лабораторных работ

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Код контролируемой компетенции (или ее части) |
|-------|---------------------------------|---|
| | | |

| | | части) |
|---|--|---------------|
| 1 | Исследование статических параметров интегральных микросхем | ПК-1, ПК-3 |
| 2 | Исследование параметров логических интегральных схем | ПК-1, ПК-3 |
| 3 | Исследование влияния вида нагрузки на параметры интегральных микросхем | ПК-1, ПК-3 |
| 4 | Изучение работы D-триггера | ПК-1, ПК-3 |
| 5 | Исследование динамических и статических параметров | ПК-1, ПК-3 |

4.6. **Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

Таблица 5. *Самостоятельное изучение разделов дисциплины*

| № п/п | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение | Код контролируемой компетенции (или ее части) |
|-------|--|--|
| 1 | Физические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. Минимальные рабочие напряжения, определяемые тепловыми флуктуациями. Минимальные токи (дробовый эффект). Предельная плотность размещения транзисторов в интегральных микросхемах. Технологические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем. | ПК-1, ПК-3 |
| 2 | Электрическая прочность тонких слоев и пленок. Электромиграция в токоведущих шинах. | ПК-1, ПК-3 |
| 3 | Надежность элементов ИМС в целом. Испытания на надежность. Пути повышения качества и надежности ИМС. | ПК-1, ПК-3 |
| 4 | Туннельные эффекты Джозефсона: принцип действия, основные свойства, применение. | ПК-1, ПК-3 |
| 5 | Пьезорезонаторы. Устройства на поверхностных акустических волнах: принцип действия, основные свойства, применение. | ПК-1, ПК-3 |

4.7. **Курсовая работа**

Курсовая работа не предусмотрена программой.

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

Оценочные материалы для текущего, рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине определяются учебным планом образовательной программы и действующим положением о балльно-рейтинговой системе аттестации студентов обучающихся по программам высшего образования Кабардино-Балкарского университета (Приказ № 159/О от 31 августа 2017г.). При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность чётко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (курсовой работы, лабораторных работ и др.). Текущий и рубежный контроль успеваемости студентов по дисциплине проводится по трем контрольным точкам. В конце 1/3 семестра 1-я контрольная точка, вторая контрольная точка- конец 2/3 семестра, а третья контрольная точка последние две

недели семестра. Распределение баллов в рамках балльно-рейтинговой системы аттестации студентов приведено ниже:

Таблица 6. Распределение баллов текущего и рубежного контроля

| № | | Общая сумма | 1-я точка | 2-я точка | 3 точка |
|--------------|--|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1. | Текущий контроль | | | | |
| | посещение занятий | 10 баллов | 3 балла | 3 балла | 4 балла |
| | выполнение и защита лабораторных работ | 21 балл | 7 баллов | 7 баллов | 7 баллов |
| 2. | Рубежный контроль | | | | |
| | тестирование | 15 баллов | 5 баллов | 5 баллов | 5 баллов |
| | коллоквиум | 24 балла | 8 баллов | 8 баллов | 8 баллов |
| Итого | | 70 баллов | 23 балла | 23 балла | 24 балла |

5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, каждый из которых оценивается в пределах от 0 до 8 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов, которые может получить студент при условии успешной сдачи трех коллоквиумов равно 24.

На коллоквиумах контролируется формирование элементов профессиональной компетенции ПК-1, ПК-3. Ниже приведен примерный перечень вопросов и заданий, выносимых на коллоквиумы:

1-коллоквиум (Раздел 1,2):

1. Роль микроэлектроники в технике, в том числе промышленной электронике, вычислительной технике и радиоэлектронике.
2. Терминология и классификация изделий в микроэлектронике.
3. Основные направления развития микроэлектронной технологии.
4. Технологические ограничения на уменьшение размеров элементов интегральных микросхем.
5. Принцип интеграции.
6. Понятия: интегральная микросхема (ИМС), элемент и компонент ИМС.
7. Классификация ИМС по конструктивно-технологическому и функциональному признакам.
8. Полупроводниковые и гибридные, цифровые и аналоговые ИМС.
9. Основные параметры ИМС.
10. Основы планарной технологии. Сущность группового метода.
11. Базовые процессы микроэлектроники: эпитаксия.
12. Базовые процессы микроэлектроники: окисление.
13. Базовые процессы микроэлектроники: литография.
14. Базовые процессы микроэлектроники: термическая диффузия примесей.
15. Базовые процессы микроэлектроники: ионная имплантация.
16. Базовые процессы микроэлектроники: процессы формирования маскирующих и диэлектрических покрытий.
17. Базовые процессы микроэлектроники: лучевые и плазменные процессы.
18. Базовые процессы микроэлектроники: термическое и магнетронное нанесение тонких пленок.
19. Технология изготовления подложек ИМС.

2-коллоквиум (Раздел 3,4):

1. Методы изоляции элементов ИМС.
2. Методы и способы коммутации элементов ИМС.
3. Элементы биполярных ИМС.
4. Особенности структуры и топологии транзисторов в интегральном исполнении: эпитаксиально-планарный и изопланарный.
5. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзисторы.
6. Диодное включение транзисторных структур.
7. Резисторы и конденсаторы биполярных ИМС.
8. Соединительные металлические элементы, диффузионные шины.
9. Элементы МДП ИМС. Особенности интегральных МДП транзисторов.
10. Транзисторы с самосовмещенными затворами.
11. МДП конденсаторы и резистивные элементы.
12. Элементы МДП СБИС: принцип масштабирования, комплементарные структуры
13. Структуры "кремний на диэлектрике".
14. Элементы ИМС на основе арсенида галлия.
15. Разновидности интегральных транзисторов на арсениде галлия.
16. Элементная база и особенности структуры цифровых БИС и СБИС.
17. Основы пленочной технологии. Методы изготовления пленочных элементов.
18. Пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы.
19. Стабилизация и подгонка параметров пленочных элементов .
20. Особенности гибридных БИС. Конструкция многослойных коммутационных плат.

3-

коллоквиум (Раздел 5,6):

1. Задачи и принципы функциональной микроэлектроники. Понятие физической интеграции.
 2. Основные направления развития функциональной микроэлектроники.
 3. Элементы оптоэлектроники. Характеристики и особенности оптической связи.
 4. Разновидности оптронов, их структура и основные свойства.
 5. Оптоэлектронные ИМС и интегральная оптика.
 6. Элементы магнитооптики. Магнитные эффекты в тонких магнитных пленках.
 7. Принципы построения запоминающих и логических элементов на ЦМД.
 8. Принципы построения логических элементов криоэлектроники.
 9. Туннельные эффекты Джозефсона: принцип действия, основные свойства, применение.
 10. Основы акустоэлектроники. Пьезоэлектрический эффект.
 11. Объемные и поверхностные акустические волны. Пьезорезонаторы.
 12. Устройства на поверхностных акустических волнах: принцип действия, основные свойства, применение.
 13. Основные положения и понятия теории надежности.
 14. Интенсивность отказов, вероятность безотказной работы.
 15. Показатели надежности.
 16. Постепенные и катастрофические отказы.
 17. Причины отказов полупроводниковых приборов и ИМС.
 18. Надежность элементов ИМС в целом. Испытания на надежность.
- Пути повышения качества и надежности ИМС.

Методические рекомендации

При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника. При подготовке к коллоквиуму также рекомендует-

ся посещение консультаций для своевременного снятия возникших вопросов в процессе подготовки. Коллоквиум проводится в виде устного опроса и собеседования со студентом.

Критерии оценивания

Степень подготовленности студента на коллоквиуме оценивается по следующим критериям: - ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы; - владение специальными терминами; системность знаний по теме коллоквиума. Ниже приведена шкала оценивания.

Таблица 7. Критерии оценивания студента на коллоквиуме

| Оценка | | | |
|--|---|--|---|
| 2 балла «Неудовлетворительно» | 4 балла «Удовлетворительно» | 6 баллов «Хорошо» | 8 баллов «Отлично» |
| 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. Тесты

Тестирование по изучаемым разделам проводится 3 раза в семестр. На тестах контролируется формирование элементов профессиональной компетенции ПК-1, ПК-3. Ниже приведены образцы тестовых заданий:

Образцы тестовых заданий:

1. *Интегральной схемой называют:*

+: электронное устройство с высокой плотностью упаковки элементов, созданных в едином технологическом цикле

- : монолитное устройство для печатного монтажа
- : устройство акустоэлектроники
- : устройство оптоэлектроники

2.: *Микроэлектроника - это:*

- +: область электроники, охватывающее проблемы исследования, конструирования, изготовления ИС и микроэлектронных изделий на их основе
- : область магнетоэлектроники
- : область оптики
- : область физики твердого тела

3.: *По методам изготовления ИС классифицируются на:*

- +: полупроводниковые, гибридные, пленочные
- : пленочные и гибридные
- : полупроводниковые и пленочные
- : гибридные и заказные

4: *Полупроводниковые ИС называются:*

- +: ИС, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника
- : ИС с пленочными элементами
- : ИС с навесными элементами
- : ИС с диэлектрической изоляцией

5: Пленочной ИС называют ИС:

- + : все элементы и соединения выполнены в виде пленки
- : все элементы навесные
- : все элементы на поверхности кристалла
- : все элементы в виде толстых пленок

6: Гибридной ИС называют ИС:

- + : которая содержит пленочные пассивные элементы и навесные активные элементы на единой электрической подложке
- : с пленочными элементами толщиной более 1 мкм
- : с пленочными элементами толщиной более 3 мкм
- : с плотностью упаковки элементов 500-1000 элем/мм²

7: Плотность упаковки элементов в ИС - это:

- + : количество элементов на единицу площади кристалла
- : количество элементов на единицу объема кристалла
- : количество транзисторов на единицу объема кристалла
- : количество элементов в ИС

8: В тонкопленочной ИС толщина пленки d:

- + : $d < 1$ мкм
- : $d < 0,5$ мкм
- : $0,1 < d < 0,5$ мкм
- : $d < 0,1$ мкм

9: Степень интеграции микросхемы K определяется формулой:

- + : $K = \ln N$
- : $K = \lg N$
- : $K = 10 \lg N$
- : $K = 10 \ln N$

10: ИС называется большой ИС (БИС), если:

- : $K \leq 2$
- + : $2 \leq K \leq 3$
- : $K \geq 4$
- : $K \geq 2$

Методические рекомендации

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

Таблица 8. *Критерии оценивания результатов тестирования*

| Оценка | | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| неудовлетворительно 0 баллов | удовлетворительно 3 балла | хорошо 4 балла | отлично 5 баллов |
| 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 ПК-1, ПК-3)

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании, умение пользоваться различными измерительными приборами и инструментами, практического освоения различными методиками измерения параметров материалов. В рамках дисциплины студенты должны выполнить 8 лабораторных работ, охватывающих практически все разделы теоретического курса. Для руководства по лабораторному практикуму студентам предлагается учебное пособие (Д.С. Гаев Материалы электронной техники. Лабораторный практикум/ Д.С. Гаев, Р.Ш. Тешев- Нальчик: Каб. Балк. Ун-т, 2016- 99с., режим доступа: <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ), в котором дано полное описание работ.

Пример типовой лабораторной работы

«Исследование параметров логических ИС серии K155»

Целью работы является ознакомление с работой логических интегральных схем и с методиками измерения статических и динамических параметров»

Примерные контрольные вопросы и задания для допуска и сдачи работы

1. Какие параметры называются статическими?
2. Какие параметры ИС называются динамическими?.
3. Какими характеристиками определяется быстродействие ИС?.
4. Что такое пороговый уровень срабатывания ИС?
5. Приведите схему измерения динамических параметров логической ИС. 6. Что такое время жизни носителей заряда?

Методические рекомендации

Перед началом лабораторного практикума проводится вводное занятие. В рамках вводного занятия студенты знакомятся с лабораторией, проходят вводный инструктаж по технике безопасной работы с измерительным оборудованием и пожарной безопасности, до них доводятся цели и задачи практикума, организация и порядок выполнения работ. При необходимости формируются команды для выполнения работ малыми группами.

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 лаборато-

рии необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. 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 компьютерной 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 к составителям отчета.

Критерии оценивания

Оцениваются следующие этапы лабораторной работы:

1. Выполнение экспериментальной части работы.
2. Обработка результатов и подготовка отчета о выполненной работе.
3. Защита результатов лабораторной работы.

Студент выполнивший и защитивший все лабораторные работы по дисциплине получает в конце семестра 21 балл. Каждая лабораторная работа в зависимости от степени сложности и важности темы оценивается индивидуальным баллом (К). Шкала оценивания лабораторных работ устанавливается в начале семестра и доводится до сведения обучающихся студентов.

Таблица 9. Методика оценивание выполнения этапов лабораторной работы

| № п/п | Вид этапа | Рейтинговый балл |
|-------|--|------------------|
| 1. | Допуск и выполнение экспериментальной части работы | 0,3К |
| 2. | Представление отчета по требуемой форме в к сдаче работы | 0,2К |
| 3. | Защита работы | 0.5К |

Примечание: **К** – количество баллов, отводимое в рамках рейтинговой системы на данную работу, которое определяется преподавателем в начале лабораторного курса.

5.4.

Промежуточная аттестация

(Контролируемая компетенция ПК-1)

Изучение дисциплины завершается устным зачетом. Примерный перечень основных вопросов выносимых на экзамен приведен ниже:

1. Предмет микроэлектроники, основные понятия и определения. Классификация ИМС.
2. Общая классификация основных типов логических элементов. Сравнительная характеристика. Реализация базовых логических функций с помощью диодных ключей.
3. Понятие транзисторного ключа. Использование МОП-транзисторов для создания логических элементов. КМОП инвертор.
4. Принцип действия логических элементов с логикой на входе. Общая структура логических элементов ТТЛ, ДТЛ и инжекционной логики.
5. Особенности структуры n-p-n БП транзисторов ИМС с изоляцией на основе n-p перехода. Влияние общей подложки на работу биполярных транзисторов ИМС.

6. Диэлектрическая изоляция элементов биполярных ИМС. ИМС с комбинированной изоляцией.
7. Интегральные транзисторы типа р-п-р. Основные параметры и особенности структуры.
8. Многоэмиттерные транзисторы ИМС. Принцип действия.
9. ИМС повышенной степени интеграции. Многоколлекторные транзисторы.
10. Работа транзистора в ключевом режиме. Прохождение прямоугольных импульсов через каскад на основе биполярного транзистора
11. Применение полевых транзисторов в микроэлектронике. Варианты конструкции МДП-транзисторов ИМС.
12. Использование выпрямляющего контакта металл-полупроводник для увеличения быстродействия биполярных транзисторов Транзисторы с диодом Шоттки.
13. Диодные структуры в микроэлектронике. Сравнительная характеристика.
14. Влияние подложки ИМС на параметры и характеристики интегральных диодов и стабилизаторов.
15. Конструктивные особенности активных элементов полупроводниковых микросхем на основе полевых транзисторов. КМОП структуры.
16. Сущность эффектов короткого канала в МДП структурах. Механизм влияния короткоканальных эффектов на пороговое напряжение транзисторов.
17. ВАХ характеристики МДП транзисторов с коротким и длинным каналом. Сравнительный анализ.
18. Основные проблемы миниатюризации МДП транзисторов. Выбор материала подзатворного диэлектрика.
19. Конструктивные особенности субмикронных транзисторов LDD структуры и их влияние на эффекты короткого канала.
20. Современные МДП транзисторы на основе технологии «напряженного» кремния. Принцип действия. Критерии выбора материала для формирования области канала таких транзисторов.
21. Структура современных МДП транзисторов, выполненных на основе технологии «кремний на изоляторе». Перспективы дальнейшего уменьшения размеров МДП транзисторов.
22. Резистивные элементы полупроводниковых ИМС. Пленочные и диффузионные резисторы.
23. Конденсаторы и индуктивные элементы в микроэлектронике.
24. Приборы с зарядовой связью, сфера применения и принцип действия.
25. Физические ограничения в микроэлектронике. Электромиграция в ИМС. Влияние межэлементных соединений на работу ИМС. Понятие задержки импульса.
26. Сравнительная характеристика подложек на основе кремния и арсенида галлия. Структура полевых транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник.
27. Принцип действия транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник. Анализ стоковых и сток-затворных характеристик.
28. Гетероструктуры на основе арсенида галлия. Явления сверхинжекции в гетеропереходах.
29. Понятие двумерного электронного газа. Перспективы использования нитрида галлия для формирования гетероструктур.
30. Возможности биполярной технологии в СВЧ диапазоне. Гетеропереходные биполярные транзисторы.
31. Использование гетероперехода при создании полевых приборов. НЕМТ транзистор на основе арсенида галлия.
32. Отличительные особенности структур псевдоморфных и метаморфных НЕМТ транзисторов.
33. Применение пьезоэффекта в радиоэлектронике. Принцип действия основных приборов пьезоэлектроники
34. Акустоэлектрический эффект. Приборы на основе поверхностно-акустических волн. Акустоэлектрические усилители.
35. Элементы функциональной электроники на основе сверхпроводящих материалов. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона..

Методические рекомендации

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, 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. Механическое запоминание числовых значений характеристик материалов не рекомендуется, но студент должен отчетливо представлять себе порядок этих величин. Непосредственная подготовка студента к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Критерии оценивания

По итогам экзамена студенту, из максимального количества баллов, которое составляет 30, выставляется:

1) от 27 до 30 баллов, если владеет программным материалом по дисциплине в полном объеме; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, исчерпывающе отвечает на все вопросы; умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы;

2) от 24 до 26 баллов, если владеет программным материалом почти в полном объеме (имеются пробелы только в некоторых особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенные, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах;

3) от 15 до 23 баллов, если владеет основным объемом программного материала по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

В случаях, когда обучающийся не освоил обязательный минимум программного материала по дисциплине, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах, выставляется 0 баллов. Студент, недобравший 36 баллов в ходе текущего и рубежного контроля, к экзамену не допускается. Ниже приведены критерии и показатели оценивания промежуточной аттестации.

Таблица 10. Критерии и показатели оценивания промежуточной аттестации

| Шкала по традиционной пятибалльной системе | | | |
|--|---|--|---|
| Неудовлетворительно | Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет | Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет | Высокий уровень отлично/ диф. зачет |
| Шкала по балльно-рейтинговой системе | | | |
| 36 – 60 | 61 – 80 | 81 – 90 | 91 – 100 |

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

Таблица 11. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

| Результаты обучения (компетенции) | Основные показатели оценки результатов обучения |
|--------------------------------------|--|
|--------------------------------------|--|

| | |
|--|--|
| <p>Способен проводить техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры (ПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ПК-1.1. Анализирует методы технического обеспечения эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. ✓ ПК-1.2. Предлагает способы монтажа радиоэлектронной аппаратуры. ✓ ПК-1.3. Использует средства измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры. | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные типы компонентов электронных средств, их назначение, конструкции, основы технологии изготовления, эксплуатационные характеристики(31); - принципы, методы и средства выполнения расчетов и вычислительных работ(32); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять полученные знания о свойствах материалов при решении задач проектирования, технологии и эксплуатации изделий и устройств радиотехнических систем(У1); <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами экспериментального исследования основных свойств материалов(В1); - методами экспериментальных исследований параметров и характеристик пассивных компонентов электронных средств(В2); |
| <p>Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники. ✓ ПК-3.2. Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники. ✓ ПК-3.3. Предлагает внесение изменений в техпроцесс. | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные радиоматериалы и радиокомпоненты, их назначение и характеристики(33); -технологию производства в отрасли(34). - осуществлять сбор и анализ данных по функциональным и конструкционным свойствам материалов и параметров компонентов электронных средств выносимых в техническое задание на проектирование радиотехнических систем(У2); - определять необходимые средства обеспечения надежности радиотехнических систем с учетом свойств материалов и физических особенностей электронных компонентов(У3). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами расчета базовых характеристик радиоматериалов и радиокомпонентов, влияющих на параметры проектируемого устройства(В3). - правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем(В4). |

Таблица 12. Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Элементы компетенции | | |
|----------------------------|---|---|--|
| Содержание этапов | 31, 32, 33, 34 | У1, У2, У3 | В1, В2, В3, В4 |
| Виды занятий | 1. Лекции 2. Консультации 3. Самостоятельная работа | 1. Лабораторные работы 2. Самостоятельная работа | 1. Лабораторные работы 2. Самостоятельная работа |
| Средства оценивания | 1. <i>Посещение занятий</i> (см., разд.5, Табл. 6). 2. <i>Коллоквиум</i> (см., разд.5, Табл.7) 3. <i>Тестирование</i> | 1. <i>Допуск и выполнение лабораторной работы</i> (см., разд.5, Табл.9) 2. <i>Обработка результатов и подготовка</i> | 1. <i>Защита результатов лабораторной работы</i> (см., разд.5, Табл.9) 2. <i>Тестирование</i> (см., разд.5, Табл.8) |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | (см., разд.5, Табл.8) 4.Экзамен (см., разд.5, Табл.10) | отчета о выполненной работе. (см., разд.5, Табл.9) 3. Тестирование(см., разд.5, Табл.8) 4. Коллоквиум(см., разд.5, Табл.7) 5. Зачет(см., разд.5, Табл.10) | 3. Коллоквиум(см., разд.5, Табл.7) 4. Экзамен(см., разд.5, Табл.10) |
|--|--|--|--|

Уровень сформированности элементов компетенций в рамках изучения данной дисциплины включает четыре уровня:

- *низкий уровень* (оценка «неудовлетворительно») характеризуется либо отсутствием, либо частичной сформированностью элементов компетенций;
- *базовый уровень* (оценка «удовлетворительно») является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины, в целом элементы компетенций сформированы;
- *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.

Ниже в таблице 13 приведены общие характеристики и критерии оценивания уровня освоения элементов компетенций закрепленными за дисциплиной.

Таблица 13. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|--|--|--|--|
| «Отлично» (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости. | Умеет применять полученные знания для решения производственных и исследовательских задач в изучаемой области | Владеет технологиями в изучаемой предметной области и имеет навыки их совершенствования. |
| «Хорошо» (продвинутый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия и категории в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения профессиональных задач | Адаптирует свое поведение к обстоятельствам в решении задач в изучаемой области |
| «Удовлетворительно» (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями в изучаемой области | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения несложных задач в изучаемой области | Способен выполнять работы в изучаемой области под контролем. |
| «Неудовлетворительно» (Низкий уровень) | Отрывочные знания, путает основные понятия и категории в изучаемой области. | Умения не позволяют выполнить несложные задачи в изучаемой области, совершает | Испытывает трудности при решении задач в изучаемой области даже под руко- |

| | | | |
|--|--|---------|----------|
| | | ошибки. | ВОДСТВОМ |
|--|--|---------|----------|

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. - М. : Советское радио, 1980. - 424с.(16экз, полочный индекс 6Ф2.13(075.3)).
2. Гуртов В.А. Твердотельная электроника : учеб. пособие для вузов. – М.: Техносфера, 2005. – 407 с.(15 экз., полочный номер 531.91(075.3))
3. Материалы электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Гатчин, В. Л. Ткалич, П. А. Камаев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 112 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67263.html>
4. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника.- М.: Высшая школа. 1987.- 416 с.

Дополнительная литература

1. Коледов Л.А. Технология и конструирование микросхем, микропроцессоров и микросборок. - М.: Радио и связь. 1989.- 421
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 3 - х томах: Т.1,2,3. Пер. с англ. – М.: 5 Мир, 1983. – 367 с.
3. Игумнов, В.Н. Физические основы микроэлектроники : учебное пособие / В.Н. Игумнов. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 358 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 345-346. - ISBN 978-5-4475-3300-7 ; Тоже [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271708> (05.10.2016).

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. Электронные версии журналов: “Физика твердого тела”, “Журнал технической физики”, “Письма в журнал технической физики”, “Физика и техника полупроводников”
<http://journals.ioffe.ru>.
6. www.nano-info.ru - Сайт о современных достижениях в области микро- и нанотехнологий.

9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному порталу, 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 пакетов Microsoft Excell, MathCad..
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерных класса с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

10. Материально-техническое обеспечение работы

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.

Дисциплина обеспечена:

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

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаборатории «Материалы и компоненты твердотельной электроники» и «Технология функциональных материалов и структур электроники», оснащенной следующим оборудованием и измерительной техникой:

1. Лабораторный стенд по изучению термоэлектрических явлений.
2. Установка магнетронного распыления материалов
3. Установка вакуум-термического напыления тонких пленок
3. Установка для измерения удельного сопротивления тонких пленок.
4. Лабораторный стенд изучения магнитных свойств.
5. Лабораторный стенд по измерению удельного сопротивления методом 4-х зондов.
6. Лабораторный стенд по измерению вольтамперных характеристик полупроводниковых элементов.
7. Лабораторный стенд по электрохимическому анодированию.
8. Лабораторный стенд измерения параметров полупроводниковых материалов по релаксации фотопроводимости.
9. Измеритель характеристик полупроводниковых приборов Л2-56;
10. Оптический микроскоп высокого разрешения LATIMET-20.
11. Установка контактной сварки.
12. Лабораторный стенд измерения ЭДС Холла.
13. Цифровые вольтметры, амперметры, мосты постоянного и переменного тока, генераторы, осциллографы, источники питания, мультиметры и др.
14. ПК-4 шт.
15. Ноутбук- 1 шт.
16. Оптический микроскоп МБС-1.
17. Стенд для измерения статических параметров интегральных схем.
18. Стенд для измерения динамических параметров интегральных схем.

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 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. 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).

Лист изменений (дополнений)
в рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.03 «Микроэлектроника»

11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств на 20 -20 учебный год

| № п/п | Элемент (пункт)РДП | Перечень вносимых изменений (дополнений) | Примечание |
|----------|--------------------|---|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и информационных технологий,
протокол №_____от «_____»_____2020 г.*

Заведующий кафедрой _____/ **Р.Ш. Тешев** / _____
подпись расшифровка подписи дата

