

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

Руководитель образовательной программы

Мустафаев Г.А.

« 30 » 01 2023 г.

Директор ИИЭиР

УТВЕРЖДАЮ

Тетев Р.Ш.

« 30 » 01 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)

Б1.В.02.ДВ.01. «Введение в конструирование элементов СБИС»

»

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки

Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины(модуля) «Введение в конструирование элементов СБИС» /сост. Г.А. Мустафаев – Нальчик, КБГУ, 2023, 17 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины(модуля) по выбору Б1.В.03.ДВ.01. студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника в 6 семестре , 3 курса

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» 09. 2017 г. № 927.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|------|---|----|
| 1. | Цели и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2. | Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО | 4 |
| 3. | Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) | 4 |
| 4. | Содержание и структура дисциплины (модуля) | 6 |
| 5. | Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации | 7 |
| 6. | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности | 14 |
| 7. | Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) | 16 |
| 7.1. | Основная литература | 16 |
| 7.2. | Дополнительная литература | 16 |
| 7.3. | Периодические издания (вестник, бюллетень, журнал) | 16 |
| 7.4. | Интернет-ресурсы | 17 |
| 7.5. | Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы | 17 |
| 8. | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) | 17 |
| 9. | Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) | 18 |

1 Цель и задачи освоения дисциплины(модуля)

Цели изучения дисциплины(модуля) «Введение в конструирование элементов СБИС» - изучение студентами методов расчета и конструирования различных полупроводниковых приборов и элементов интегральных микросхем (ИМС).

Задачи изучения дисциплины(модуля): в рамках дисциплины рассматриваются конструктивные и технологические способы реализации полупроводниковых приборов и активных элементов ИС; конструкторско-технологические и физические ограничения при проектировании; структуры активных элементов ИС и их связь с конструктивно-технологическими параметрами.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными студентами:

- 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», который утвержден приказом Минтруда России от 03.07.2019 №480н и зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 №55439;
- 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», который утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2015 №593н (В редакции, введенной в действие с 20.01.2019 г. приказом Минтруда России от 14.12.2018 №807н) и зарегистрирован Минюстом России 23.09.2015 г. №38983

2 Место дисциплины(модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана – Б1.В.03.ДВ.01.02
Элементной базой при создании электронных устройств являются полупроводниковые приборы и ИС. Проектирование полупроводниковых приборов и ИС с учетом конструктивно-технологических особенностей аппаратуры позволяет повысить их надежность и обеспечить возможность достижения оптимальных параметров РЭА. Поэтому вместе с дисциплинами: «Основы конструирования и технология производства электронных средств » образуют профессиональную основу для подготовки студентов по профилю «Современные информационные технологии в электронной технике. В связи с этим, является актуальным чтение дисциплины «Введение в конструирование элементов СБИС».

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

- Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению браков в производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации 6).
- Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», код С, уровень квалификации 6).
- Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур (профессиональный стандарт 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», код С, уровень квалификации 6).

3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

-- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-3);

-способен организовать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-4)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: принцип учета видов и объемов производственных работ(ПК-3.1.)

методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирование продукта производства (ПК-4.1).

Уметь: осуществлять регламентное обслуживание оборудования(ПК-3.2), осуществлять проверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры (ПК-4.2).

Владеть: навыками настройки высокотехнологического оборудования в соответствии с правилами настройки, навыками метрологического сопровождения технологических процессов и эксплуатации

Формирование профессиональных компетенций осуществляется в соответствии с профессиональными стандартами и ориентирована на выполнение обобщенных трудовых функций (ОТФ) и трудовых функций (ТФ):

| Профессиональная компетенция | Профессиональный стандарт | Обобщенная трудовая функция | Трудовая функция |
|---|---|---|--|
| ПК-3. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники | 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники» | Разработка типовых технологических процессов и планировок рабочих мест и производственных участков на производстве изделий микроэлектроники | Анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и разработка рекомендаций по их устранению и предупреждению |
| | | | Разработка единичных технологических процессов изготовления изделий микроэлектроники |
| | | | Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур. |
| ПК-4. Способен организовать метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники | 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур» | Совершенствование процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | |

Приобрести опыт деятельности: проектирования полупроводниковых приборов и интегральных схем, оптимизации полупроводниковых структур и технологиями проектирования, - основами эффективного использования средств вычислительной техники при проведении проектно-конструкторских работ;

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Введение в конструирование элементов СБИС» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

| № п/п | Наименование раздела/ темы | Содержание раздела | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|--|--|--------------------------------|----------------------------------|
| 1.7 | Конструктивные варианты исполнения биполярных полупроводниковых структур | Предмет дисциплины и ее задачи. Задачи и принципы микроэлектроники. Классификация полупроводниковых приборов и интегральных микросхем по функциональным, структурным и конструктивно-технологическим признакам. Эффект отеснения эмиттерного тока в транзисторах, конструктивный расчет топологии транзистора | ПК-3 ПК-4 | К,Т,ПР |
| 2.8 | Конструктивные варианты исполнения МДП – структур. | Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС. Конструкции активных элементов ИМС: основные конструктивно-технологические разновидности биполярных транзисторов. Модели пассивных компонентов ИС. Модели резисторов пленочных и диффузионных. Модели диффузионных конденсаторов и конденсаторов на основе МДП – структур. Основные конструктивно-технологические разновидности полевых транзисторов. | ПК-3 ПК-4 | К,Т,ПР |
| 3.9 | Основы проектирования полупроводниковых и микроэлектронных приборов. | Структуры с распределенными RC и RLC параметрами. Конструкции элементов гибридных интегральных микросхем: пленочные резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности. Конструкции пассивных элементов: диффузионные резисторы и конденсаторы, МДП структуры ИМС. Паразитные эффекты в конструкциях полупроводниковых ИМС. Особенности конструкции БИС и СБИС. Базовые логические схемы на биполярных транзисторах. ТТЛ - схемы. | ПК-3 ПК-4 | К,Т,ПР, РК |

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля: практические работы (ПР), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т).

Структура дисциплины(модуля).....

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

| Вид работы | Трудоемкость, часов | |
|---|---------------------|-------|
| | 6 семестр | Всего |
| Общая трудоемкость(в часах) | 108 | 108 |
| Контактная работа(в часах): | 30 | 30 |
| Лекции (Л) | 15 | 15 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | |
| Практические занятия | 15 | 15 |
| Самостоятельная работа(в часах):: | 69 | 69 |
| Самостоятельное изучение разделов | 69 | 69 |
| Контрольная работа (К) | | |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 9 | 9 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен) | зачет | зачет |

Таблица 3. Лекционные занятия

| № п/п | Тема |
|-------|---|
| 1 | Конструкции полупроводниковых приборов |
| 2 | Конструкции активных элементов биполярных ИС. |
| 3 | Конструктивно-технологические варианты исполнения МДП-структур. |
| 4 | Конструктивно-технологические варианты элементов биполярных ИС |
| 5 | Базовые логические схемы на биполярных транзисторах |

Таблица 4. Практические работы (ПР)

| № п/п | Тема |
|-------|--|
| 1 | Разработка топологии пассивных элементов ИС |
| 2 | Разработка топологии биполярных транзисторов ИС |
| 3 | Разработка топологии полевых транзисторов ИС |
| 4 | Разработка топологии БИКМОП ИС |
| 5 | Разработка топологии субмикронных МОП- транзисторов на КНИ- структурах |

Таблица 5.Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № п/п | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение |
|-------|---|
| 1 | Разрешающая способность технологических методов создания СБИС |
| 2 | Принципы масштабирования при проектировании БИС |
| 3 | Физические и технологические ограничения при масштабировании СБИС |
| 4 | Технологические процессы изготовления элементов нанoeлектроники |
| 5 | Эффекты, вызываемые горячими электронами, на схемном уровне |
| 6 | Тонкие оксидные пленки в технологии СБИС |

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

Задания для текущего контроля

5.1.Коллоквиум

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

5.1.1 Вопросы, выносимые на коллоквиум(контролируемые компетенции ПК-3,ПК-4)

Первый коллоквиум

1. Классификация ИМС.
- 2.Технологии изготовления элементов полупроводниковых ИМС.
- 3.Изоляция элементов.

4. Биполярный транзистор: классификация, параметры.
5. Транзистор n-p-n.
6. Разновидности n-p-n транзисторов, многоэмиттерные, многоколлекторные, с барьером Шоттки.
7. Конструкции транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе.
8. Интегральные диоды.
9. Диоды Шоттки.
10. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные.
11. Полупроводниковые конденсаторы.
12. Элементы коммутации: соединения металлизацией, внутренние соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
13. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярных ИМС.

Второй коллоквиум

14. Области применения биполярных ИМС.
15. Аналоговые и цифровые схемы.
16. Связь конструкторских параметров элементов со статическими и переходными процессами.
17. Конструирование логического элемента на биполярных структурах.
18. Конструкции ячеек памяти на биполярных структурах.
19. Особенности конструирования аналоговых ИМС.
20. Конструкции составных транзисторов для аналоговых усилителей.
21. Преимущества и недостатки биполярных ИМС.
22. Параметры конструктивных элементов ИМС на полевых структурах.
23. Граница полупроводник-диэлектрик.
24. Униполярные транзисторы: МДП, полевые, двухзатворные транзисторы, с плавающим затвором.
25. Элементы коммутации: соединения металлизацией, поликремниевые соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
26. Паразитные параметры соединений.

Третий коллоквиум

27. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
28. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии ИМС на полевых структурах.
29. Области применения биполярно-полевых ИМС.
30. Логические элементы на совмещенных биполярных и МОП- транзисторах (БИКМОП).
31. Параметры конструктивных элементов биполярно-полевых структур.
32. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
33. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярно-полевых ИМС.
34. Методы и средства конструирования ИМС на биполярно-полевых структурах.
35. Особенности субмикронных МОП- транзисторов.
36. МОП- транзисторы со структурой «кремний на изоляторе».
37. МОП- транзисторы с двойным затвором.
38. Транзисторы с вертикальным каналом.
39. Особенности транзисторов для аналоговых применений.

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

| | | | |
|--------|---------|---------|----------|
| 2 балл | 4 балла | 6 балла | 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

(контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4)

Базовые матричные кристаллы обеспечивают:

+ : сокращения сроков разработки

+ : снижение стоимости

+ : увеличение степени интеграции

- : повышение потребляемой мощности

S: Специализированные ИС разрабатывают с целью:

+ : выполнения функции, которые не могут быть реализованы с помощью стандартных компонентов

+ : улучшения характеристик электронных схем

+ : уменьшения габаритов

+ : уменьшения массы

+ : уменьшения потребляемой мощности

+ : выполнения большого количества логических функции на одном кристалле

- : увеличение выходной мощности

S: Специализированные ИС можно разбить на следующие категории:

+ : полностью заказные

+ : полузаказные

+ : программируемые логические матрицы

- : программируемые заказные устройства

- : микропроцессоры

S: Топологическое решение выбирается на основе:

+ : принципа реализации

+ : поведенческого описания кристалла

- : описания технологических процессов

S: Полностью заказное исполнение схем выбирается когда:

+ : необходимо минимизировать размеры кристалла

+ : не оптимальна в варианте полузаказных ИС

+ : необходимо реализовать функцию, которая невыполнима стандартами ИС

- : необходимо повысить быстродействие

S: Полузаказные ИС разрабатываются на базе:

+ : вентильных матриц

+ : стандартных ячеек

+ : аналоговых матриц

+ : функциональных элементов

- : дискретных компонент

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

| 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 практических занятий

(контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4)

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 практической работы «Разработка топологии пассивных элементов ИС»

Целью данной работы является разработка топологии пассивных элементов ИС: резисторов.

Методические рекомендации

Выполнение каждой практической работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать сущность ожидаемых результатов. Студенты, не подготовившиеся к работе к выполнению работы не допускаются.

2. Разработка топологии.Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

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

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах.

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.

5.4. Промежуточная аттестация (контролируемые компетенции ПК-3, ПК-4)

Список основных вопросов к зачету

1. Классификация ИМС.
2. Технологии изготовления элементов полупроводниковых ИМС.
3. Изоляция элементов.
4. Биполярный транзистор: классификация, параметры.
5. Транзистор $n-p-n$.
6. Разновидности $n-p-n$ транзисторов: многоэмиттерные, многоколлекторные, с барьером Шоттки.
7. Конструкции транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе.
8. Интегральные диоды.
9. Диоды Шоттки.
10. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные.
11. Полупроводниковые конденсаторы.
12. Элементы коммутации: соединения металлизацией, внутренние соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
13. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярных ИМС.
14. Области применения биполярных ИМС.
15. Аналоговые и цифровые схемы.
16. Связь конструкторских параметров элементов со статическими и переходными процессами.
17. Конструирование логического элемента на биполярных структурах.
18. Конструкции ячеек памяти на биполярных структурах.
19. Особенности конструирования аналоговых ИМС.
20. Конструкции составных транзисторов для аналоговых усилителей.
21. Преимущества и недостатки биполярных ИМС.
22. Параметры конструктивных элементов ИМС на полевых структурах.
23. Граница полупроводник-диэлектрик.
24. Униполярные транзисторы: МДП, полевые, двухзатворные транзисторы, с плавающим затвором.
25. Элементы коммутации: соединения металлизацией, поликремниевые соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
26. Паразитные параметры соединений.
27. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
28. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии ИМС на полевых структурах.
29. Области применения биполярно-полевых ИМС.
30. Логические элементы на совмещенных биполярных и МОП- транзисторах (БИКМОП).
31. Параметры конструктивных элементов биполярно-полевых структур.
32. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
33. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярно-полевых ИМС.
34. Методы и средства конструирования ИМС на биполярно-полевых структурах.
35. Особенности субмикронных МОП- транзисторов.

36. МОП- транзисторы со структурой «кремний на изоляторе».
37. МОП- транзисторы с двойным затвором.
38. Транзисторы с вертикальным каналом.
39. Особенности транзисторов для аналоговых применений.

Методические рекомендации при подготовке к зачету

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

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

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

Распределение баллов текущего, рубежного контроля

| № | | 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 |

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции ПК-3, ПК-4. Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

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

- Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом

| Баллы (рейтингово й оценки) | Результат освоения | Требования уровню сформированности компетенций |
|--------------------------------------|-----------------------|--|
| 61-70 | Зачтено (без | Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций: ПК-3, ПК-4 |

| | | |
|----------------|-------------------------------------|---|
| | процедуры сдачи зачета) | -- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; -способен организовать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники |
| 36-61 | Зачтено (с процедурой сдачи зачета) | Обучающийся проявляет компетенции ПК-3,ПК-4 но не в полном объеме входящих в его состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы. |
| менее 36 балла | не допущен к зачету | Компетенции не сформированы |

- «Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.
- При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.
- «Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

6.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 |
|--|--|--|
| -- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-3); | Знать: -принцип учета видов и объемов производственных работ(ПК-3.1.) Уметь: осуществлять регламентное обслуживание оборудования(ПК-3.2), | Выполнение практических работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.); типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.). Выполнение практических работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); |

| | <p>Владеть:</p> <p>-навыками настройки высокотехнологического оборудования в соответствии с правилами настройки (ПК-3.3),</p> | <p>типовые тестовые задания (раздел 5.2.);</p> <p>типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.).</p> <p>Выполнение практических работ</p> <p>типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1);</p> <p>типовые тестовые задания (раздел 5.2.);</p> <p>типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.).</p> |
|---|---|--|
| Результаты обучения (компетенции) | Основные показатели оценки результатов обучения | Вид оценочного материала |
| <p>-способен организовать метрологического обеспечение производства материалов и изделий электронной техники (ПК-4)</p> | <p>Знать:</p> <p>- методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирование продукта производства (ПК-4.1).</p> <p>Уметь:</p> <p>-осуществлять проверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры (ПК-4.2).</p> <p>Владеть:</p> <p>- навыками метрологического сопровождения технологических процессов и эксплуатации(ПК-4.3),</p> | <p>Выполнение практических работ;</p> <p>типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1);</p> <p>типовые тестовые задания (раздел 5.2.);</p> <p>типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.).</p> <p>Выполнение практических работ;</p> <p>типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1);</p> <p>типовые тестовые задания (раздел 5.2.);</p> <p>типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.).</p> <p>Выполнение практических работ</p> <p>типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1);</p> <p>типовые тестовые задания (раздел 5.2.)</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | | 5.2.); типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.4.). |
|--|--|---|

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Трехмерные интегральные схемы. Нальчик, 2016 г., 89 с.
2. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Проектирование и конструирование дискретных полупроводниковых приборов и активных элементов БИС и СБИС. г. Нальчик, 2015 г., с. 58.
3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника. М.: Техносфера, 2008. - 512 с. - ISBN: 978-5-94836-187-1
4. Романовский М.Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем. 2012 г., Издательство Томский государственный университет. [ЭБС].
5. Чернышев В.Н., Шелохвостов В.П. Проектирование интегральных микросхем. Издательство ТГТУ, Тамбов., 2008 г., - 208 с.,
http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2008/cheloh_t.pdf

7.2 Дополнительная литература

1. Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М., Радио и связь, 1987, - 464 С.
2. Пономорев М. Ф., Конаплев Б. Г. Конструирование и расчет микросхем и микропроцессоров. М. Радио и связь, 1986, - 176 С.
3. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника: Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника. М. Высшая школа 1987, - 416 С.

7.3. Периодические издания

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

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов;
- Электроника;
- Физика и технология полупроводников;
- Микроэлектроника;
- Квантовая электроника.

7.4. 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 - 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.

7.5 Методические указания к практическим и лабораторным занятиям.
Мустафаев Г.А., Панченко В.А. Проектирование топологии ИС и печатных плат.
Методические рекомендации, Нальчик, 2011г.,-64с

8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляет:

- 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).

Специализированная лекционная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа, оснащена мультимедийным проектором, рабочими местами студентов и преподавателя.

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

Студенты имеют доступ через интернет к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих ВУЗов России.

Дисциплина обеспечена:

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

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, оснащенных компьютерами с установленным необходимым программным обеспечением.

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

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются: лицензионное программное обеспечение и 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

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

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

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

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., САПР Electronics Workbench., САПР P-CAD 2001., САПР PSpice
4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерных класса с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Введение в конструирование элементов
СБИС» Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника на
__202__ / 202__ учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

наименование кафедры

протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, расшифровка подписи, дата