

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 ОПОП

Директор ИИЭ и Р

_____ **А.М.Кармоков**

_____ **Н.В. Черкесова**

« _____ » _____ **2020 г.**

« _____ » _____ **2020 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)
Б1.В.ДВ.10.02«Проектирование и конструирование полупроводниковых
приборов и ИС»**

**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(модуля) «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС» /сост. Г.А. Мустафаев – Нальчик, 2020,19с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины(модуля)вариативной части Б1.В.ДВ.10.02студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, обучающимся 4 года, в 6-7 семестрах ,3- 4 курса.

Рабочая программа 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 19.09.2017 № 928 (Зарегистрировано в Минюсте России 12.10.2017 № 48537);.

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)	4
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	6
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	13
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	14
7.1.	<i>Основная литература</i>	<i>14</i>
7.2.	<i>Дополнительная литература</i>	<i>14</i>
7.3.	<i>Периодические издания (вестник, бюллетень, журнал)</i>	<i>14</i>
7.4.	<i>Интернет-ресурсы</i>	<i>14</i>
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	15
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	16
10.	Приложение .Критерии оценки качества освоения дисциплины	18

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

Цели изучения дисциплины(модуля): изучение методов конструирования и расчета различных твердотельных активных элементов и влияния конструктивных факторов на работу и параметры активных элементов ИС.

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 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(модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в вариативную часть дисциплин по выбору блока 1, Б1.В.ДВ.10.02 учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств профиль «Конструирование и технология радиоэлектронных средств».

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);

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: Информатика, Инженерная и компьютерная графика, Метрология стандартизация и сертификация, Основы надежности электронных средств, Схемотехника электронных устройств образуют основу для подготовки студентов по профилю «Конструирование и технология радиоэлектронных средств». В связи с этим, является актуальным чтение дисциплины «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС».

3.Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)

Выпускник должен обладать следующей профессиональной компетенцией (ПК):

-ПК-3 Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению(профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», трудовая функция В/01.5 - Техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры).

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.

В результате изучения дисциплины (модуля) студент должен:

Знать:

-технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники;

-методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.

Уметь:

-использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных;

-определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных;

Владеть:

-статистическим анализом параметров технологических операций;

-выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС» перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Конструкции полупроводниковых приборов и активных элементов биполярных ИС	Классификация полупроводниковых приборов и интегральных микросхем по функциональным, структурным и конструктивно-технологическим признакам. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС. Конструкции активных элементов ИМС: основные конструктивно-технологические разновидности биполярных транзисторов. Многоэмиттерные транзисторы, многоколлекторные транзисторы, составные транзисторы, диоды Шоттки, транзистор Шоттки. Конструктивно-технологические варианты создания быстродействующих ИС. Расчет и проектирование диодов. Конструкции полупроводниковых диодов и их параметры. Базовые логические схемы на биполярных транзисторах. ДТЛ- схемы. ТТЛ - схемы. ТТЛШ - схемы. ЭСЛ - схемы. Непороговые логические схемы. И ² Л - схемы. Функционально интегрированные элементы ИС. Вспомогательные элементы ИС. Параметры логических ИС.	ПК-3	К,Т,ЛР
2.	Конструктивно технологические варианты исполнения МДП-структур и элементов МДП ИС	Основные конструктивно-технологические разновидности полевых транзисторов. Вспомогательные элементы МДП ИС. МОП - Инверторы. Потребляемая мощность. Вентили И - НЕ, ИЛИ - НЕ. Ключевая модель. Вентили с тремя состояниями. Управляющие вентили. Функциональные устройства на МОП - структурах.	ПК-3	К,Т,ЛР

3.	Конструкции и структуры субмикронных транзисторов.	Особенности субмикронных МОП- транзисторов. МОП- транзисторы со структурой «кремний на изоляторе». МОП- транзисторы с двойным затвором. Транзисторы с вертикальным каналом. Особенности транзисторов для аналоговых применений Тепловое сопротивление. Основные способы теплопередачи. Методы отвода тепла. Факторы, влияющие на величину теплового контактного сопротивления микросхем. Конструктивно-технологические требования и ограничения при проектировании микросхем.	ПК-3	К,Т,КР, РК
----	----------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	------------

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

Структура дисциплины(модуля).....

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часы		
	6 семестр	7 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	144	144	288
Контактная работа (в часах):	60	70	130
Лекции (Л)	15	14	29
Лабораторные работы (ЛР)	45	56	101
Самостоятельная работа (в часах):	75	47	122
Самостоятельное изучение разделов	66	20	86
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27	36
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен	Зачет, экзамен

Таблица3. 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 МДП ИС
5	Аналоговые интегральные схемы

Таблица 4. Лабораторные работы (ЛР)

№ 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), 6-семестр

Первый коллоквиум

1. Классификация ИМС.
2. Технологии изготовления элементов полупроводниковых ИМС.
3. Изоляция элементов.
4. Биполярный транзистор: классификация, параметры.
5. Транзистор п-р-п.
6. Разновидности п-р-п транзисторов, многоэмиттерные, многоколлекторные, с барьером Шоттки.

Второй коллоквиум

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.

Третий 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.

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

7-семестр

Первый коллоквиум

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.

Второй 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.

Третий коллоквиум

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)

Образцы тестовых заданий

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

5.1.1. 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	удовлетворительно	хорошо	отлично
0 баллов	3 балла	4 балла	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

(контролируемые компетенции ПК-3)

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 «Разработка топологии пассивных элементов ИС»

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

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 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.

1. 5.5.Промежуточная аттестация

(контролируемые компетенции ПК-3)

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.

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 формируется компетенция **ПК-3**. Указанная компетенция формируется 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 (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
61-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций:ПК-3 -Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-3 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.

Список основных вопросов к устному экзамену

1. Классификация ИМС.
2. Технологии изготовления элементов полупроводниковых ИМС.
3. Изоляция элементов.
4. Биполярный транзистор: классификация, параметры.
5. Транзистор p-p-n.
6. Разновидности p-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 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

№		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	5	5	5

		баллов	баллов	баллов	баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	Итого	70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла
3.	Экзамен	30 баллов	min – 15, max – 30 баллов		

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции ПК-3. Указанные компетенции формируются 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.

2. Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении .

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
-Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению(ПК-3) Код и наименование индикатора достижения компетенции: ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности	Знать: -технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники. Уметь: -использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров	Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.); типовые оценочные материалы к зачету, экзамену (раздел 5.5.). Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.);

изготовления изделий микроэлектроники.	готового изделия от заданных; Владеть: -статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;	типовые оценочные материалы к зачету, экзамену (раздел 5.5.). Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.); типовые оценочные материалы к зачету, экзамену (раздел 5.5.).
----------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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. Троян П.Е. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства. Бином 2011 г., 412 с. [ЭБС].
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.
4. Мустафаев Г.А. "Полупроводниковые приборы и ИС". Методические указания по методам расчета тепловых параметров, г. Нальчик, 1998 г., 43 с.

3. 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 nanoиндустрии.

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

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:

- 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>.

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

AltLinux (Альт Образование 8);

свободно распространяемые программы:

Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;

WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

RuSplan 6.0 - программа для черчения электронных схем.

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).

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и информационных технологий,
протокол № _____ от « _____ » _____ 2020 г.

_____ / Р.Ш. Тешев / _____
подпись расшифровка подписи дата

Приложение 2

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		нед опу ск	неудовлетворит ельно	Базовый уровень удовлетворит ельно/	Продвинутый уровень хорошо	Высокий уровень отлично
			Шкала по балльно-рейтинговой системе			
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
-Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению(ПК-3) Код и наименование индикатора достижения компетенции:	Знать: -технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.	Не зна ет	Фрагментарные понимание технологических факторов, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методов оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники	Общее, но не структурированное понимание технологических факторов, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методов оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы понимание технологических факторов, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методов оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники	Сформированное систематическое понимание технологических факторов, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; -методов оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники

ПК-3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.	Уметь: -использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных;	Не умеет	Частично освоенное умение - использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных .	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение - использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение - использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных	Сформированное умение - использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; -определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных
	Владеть: -статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;	Не владеет	Фрагментарное применение навыков -- статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных;	В целом успешное, но не систематическое применение навыков-- статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы при применении навыков -- статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных	Успешное и систематическое применение навыков -- статистическим анализом параметров технологических операций; -выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных

				операций от заданных; заданных; ;	заданных;
--	--	--	--	--------------------------------------	-----------