

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ и Р _____ Н.В.Черкесова

«___» _____ 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ Р.Ш.Тешев

«___» _____ 2021 г

Институт информатики, электроники и робототехники

Кафедра электроники и цифровых информационных технологий

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)

Б1.В.ДВ.08.01 «Проектирование и конструирование субмикронных 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 2021

Рабочая программа дисциплины(модуля) *«Проектирование и конструирование субмикронных элементов СБИС»* /сост. Г.А. Мустафаев – Нальчик, 2021,20с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины(модуля)вариативной части Б1.В.ДВ.08.01 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, обучающимся 4 года, в 7 семестре , 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. № 218.

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)	5
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.	<i>Основная литература</i>	16
7.2.	<i>Дополнительная литература</i>	16
7.3.	<i>Периодические издания (вестник, бюллетень, журнал)</i>	16
7.4.	<i>Интернет-ресурсы</i>	17
7.5.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	17
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	17
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	19
10.	Приложение . Критерии оценки качества освоения дисциплины	20

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.

2. Место дисциплины(модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в вариативную часть дисциплин по выбору блока 1, Б1.В.ДВ.08.01 учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиль «Современные информационные технологии в электронной технике».

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: «Схемотехника», «Основы проектирования электронной компонентной базы», «Основы технологии электронной компонентной базы» образуют основу для подготовки студентов по профилю «Микро- и нанотехнологии в электронике». В связи с этим, является актуальным чтение дисциплины «Проектирование и конструирование субмикронных элементов СБИС».

3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)

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

а) общекультурных (ОК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) профессиональными компетенциями (ПК)

- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности; основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.;

Уметь: самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций

Владеть: методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с технологией проектирования изделий электронной техники с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; навыками расчета и проектирования деталей узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования навыками самостоятельного выбора методов и методик прикладных исследований и их реализации, основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники,

Приобрести опыт деятельности: владеть основами проектирования полупроводниковых приборов и интегральных схем, знать методы оптимизации полупроводниковых структур, владеть технологиями проектирования, знать методы и способы контроля параметра, уметь проектировать полупроводниковых приборов и интегральных схем различного назначения.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.7	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.	ОК-7 ПК-8	К,Т,ЛР
2.8	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.	ОК-7 ПК-8	К,Т,ЛР
3.9	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.	ОК-7 ПК-8	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 4 зачетных единиц (144 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	7 семестр	Всего
Общая трудоемкость(в часах)	144	144
Контактная работа(в часах):	70	70
<i>Лекции (Л)</i>	28	28
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	42	42
<i>Практические занятия</i>		
Самостоятельная работа(в часах)::	47	47
Самостоятельное изучение разделов	47	47
Контрольная работа (К)		
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен

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 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 ОК-7,ПК-8)

Первый коллоквиум

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.

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
<i>Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.</i>	<i>Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос</i>	<i>Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.</i>	<i>Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.</i>

5.2.Образцы тестовых заданий

(контролируемые компетенции ОК-7, ПК-8)

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

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

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

5.3.Задания для лабораторных занятий

(контролируемые компетенции ОК-7, ПК-8)

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.

5.5. Промежуточная аттестация **(контролируемые компетенции ОК-7, ПК-8)**

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 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 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 защите.

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 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
3.	Экзамен	30 баллов	min – 15, max – 30 баллов		

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции **ОК-7, ПК-8**. 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.

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
-способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);	<p><u>Знать:</u> основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности;</p> <p><u>Уметь:</u> самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;</p> <p><u>Владеть:</u> методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с технологией проектирования изделий электронной техники с</p>	<p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.5.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.5.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел</i></p>

	использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;	5.5).
-способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8)	<p><u>Знать основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и наноэлектроники.</u></p> <p><u>Уметь ориентироваться в многообразии современных технологических методов и приемов; разрабатывать технологические схемы производства материалов и устройств микро- и наноэлектроники; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций</u></p> <p><u>Владеть основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и наноэлектроники;</u></p>	<p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.5</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.5</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.1</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 5.5</i>).</p>

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. Наноэлектроника. 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, -416С.
4. Мустафаев Г.А. “Полупроводниковые приборы и ИС”. Методические указания по методам расчета тепловых параметров, г.Нальчик, 1998 г., 43 с.

7.3. Периодические издания

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

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов;
- Электроника;
- Физика и 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, объекту 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 компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)
в рабочую программу по дисциплине «Проектирование и конструирование
субмикронных элементов СБИС» Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника на __ 2021/2022 __ 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

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Приложение

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		неудовлетворительно	удовлетворительно	Базовый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
		неудовлетворительно	удовлетворительно	удовлетворительно	хорошо/диф.зачет	отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
(ОК-7); способность к самоорганизации и самоообразованию	<u>Знать:</u> основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности;	Не знает	Фрагментарное понимание проблематики основных закономерностях формирования и развития микроэлектроники.	Общее, но не структурированное понимание основных положений, формирования и развития микроэлектроники.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы понимание основных положений, формирования и развития микроэлектроники	Показывает знания в области развития микроэлектроники и умение решать типовые задачи, готовность к усвоению нового материала
	<u>Уметь:</u> самостоятельно осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;	Не умеет	Частично освоенное умение определять проблематику основных закономерностях формирования и развития микроэлектроники	В целом успешное, но не систематическое умение определять основных закономерностях формирования и развития микроэлектроники	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять проблематику, физических закономерностях формирования и развития микроэлектроники	Сформированное умение выполнять постановку задач проектирования изделий, умение решать типовые задачи, готовность к усвоению нового материала
	<u>Владеть:</u> методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с технологией проектирования изделий электронной техники с использованием информационных, компьютерных и сетевых	Не владеет	Фрагментарное применение навыков, знаний, используя современные образовательные и информационные технологии для расчета и проектирования приборов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков, знаний, используя современные образовательные и информационные технологии для расчета и проектирования приборов самостоятельно приобретенные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы при применении навыков, знаний, используя современные образовательные и информационные технологии для расчета и проектирования приборов.	Успешное и систематическое применение навыков знаний, используя современные образовательные и информационные технологии для расчета и проектирования приборов самостоятельно приобретенные

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		неудовлетворительно	удовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	технологий;..					
Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		неудовлетворительно	удовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ПК-8 способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	<u>Знать основные физические закономерности, лежащие в основе современных технологических процессов, основные технологические методы и приемы, физические основы методов их контроля, практические возможности конкретных технологических процессов для получения материалов и создания устройств микро- и нанoeлектроники.</u>	Не знает	Фрагментарное знание важных техпроцессов и требований к составу технологической документации (ТД).	Знание наиболее важных видов техпроцессов, используемых при производстве <u>приборов микро- и нанoeлектроники</u> , и минимально необходимых документов ТД.	Хорошее знание большинства видов техпроцессов и соответствующего состава ТД, используемых при производстве <u>приборов микро- и нанoeлектроники</u> , а также основные виды испытаний опытных образцов изделий	Хорошее знание большинства видов техпроцессов и соответствующего состава ТД, используемых при производстве <u>приборов микро- и нанoeлектроники</u> , а также основные виды испытаний опытных образцов изделий, необходимых для эксплуатации изделий в заданных условиях.
	<u>Уметь ориентироваться в многообразии современных технологических методов и приемов; разрабатывать технологические схемы производства материалов и</u>	Не умеет	Частично освоенное умение разрабатывать отдельные виды ТД, слабое представление о роли ТД на производстве <u>приборов</u>	Умение разрабатывать простые техпроцессы и основные виды документов ТД без грубых ошибок, но с некоторыми отклонениями от нормативных требований	Умение разрабатывать основные техпроцессы и большинство видов документов ТД без грубых ошибок и существенных отклонений от нормативных	Умение разрабатывать основные техпроцессы и большинство видов документов ТД без отклонений от нормативных требований. Умение анализировать

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		неудовлетворительно	удовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	<u>устройств микро- и нанoeлектроники; определять оптимальные режимы проведения отдельных технологических операций</u>		<u>микро- и нанoeлектроники</u>	осуществляем ое умение определять проблематики на производстве <u>приборов микро- и нанoeлектроники</u>	требований, умение определять проблематику формирования и развития микроэлектроники	результаты испытаний опытных образцов и вносить необходимые изменения в ТД..
	<u>Владеть основными принципами построения технологических процессов производства материалов микро- и нанoeлектроники</u>	Не владеет	Навыки разработки ТД не достаточны для передачи ее в производство, разработка ТД производится с грубыми ошибками.	Навыки позволяют разрабатывать простые техпроцессы и основные виды документов ТД без грубых ошибок.	Навыки достаточны для разработки большинства техпроцессов и соответствующей ТД, используемой при производстве <u>изделий микро- и нанoeлектроники</u>	Навыки позволяют разрабатывать большинство техпроцессов и видов сопровождающей ТД, и вносить корректирующие изменения в ТД по результатам изготовления и испытания опытных образцов