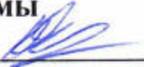


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**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
 **О.А. Молоканов**

«16» декабря 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ


Директор ИИЭ и Р
 **Б.В. Шогенов**

«16» декабря 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (модуля)
Б1.В.ДВ.09.02 «Проектирование и конструирование
полупроводниковых приборов и ИС»**

Специальность

**12.05.01 Электронные и опико-электронные приборы и
системы специального назначения**

Специализация

**Опико-электронные информационно-измерительные приборы и
системы**

Квалификация (степень) выпускника

Инженер

Форма обучения

Очная

Нальчик 2024

Рабочая программа дисциплины(модуля) «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС» /сост. Г.А. Мустафаев – Нальчик, 2024, 34с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «*Проектирование и конструирование* полупроводниковых приборов и ИС предназначена для студентов очной формы обучения по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, 3 курс, 6 семестр; 4 курс, 7 семестр.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «*Проектирование и конструирование* полупроводниковых приборов и ИС» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «09» февраля 2018 г. № 93.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля)	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
5.1. Коллоквиум	8
5.2. Образцы тестовых заданий.....	10
5.3. Типовые задания для самостоятельной работы.....	13
5.4. Методические рекомендации по подготовке к тестированию.....	14
5.5. Задания для лабораторных занятий	14
5.6. Контроль курсовых проектов	15
6. Промежуточная аттестация	17
6.1. Список основных вопросов к зачету.....	17
6.2. Список основных вопросов к экзамену	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	23
8. Программное обеспечение современных информационно- коммуникационных технологий.....	27
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	27
Приложение 1.....	30
Приложение 2.....	31

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:

профессиональный стандарт 29.004 "Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 декабря 2015 г. № 1141н.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений Б1.В.ДВ.09.02 учебного плана по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, специализация: «Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы».

Изучение дисциплины «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Инженерная и компьютерная графика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Схемотехника электронных устройств».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплине: «Основы проектирования оптико-электронных приборов и систем», «Проектирование систем управления»и др.

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 данной специальности:

ПК-4: Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптоэлектроники, оптико-электронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей

Код и наименование индикаторов достижения компетенции:

ПК-4.1. Способен обосновывать требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации изготовителя.

ПК-4.2. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5: Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления оплотехники, оптических, оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ПК-5.1. Способен разрабатывать специальную оснастку для изготовления оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.

ПК-5.2. Способен разрабатывать методики сборки и юстировки оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.

ПК-5.3. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

В результате изучения дисциплины (модуля) «Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов и ИС» студент должен:

Знать:

- методы изготовления оптико-электронных приборов и способы организации их производства; методики и технические средства контроля и испытаний; способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства;
- виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; виды технологических процессов сборки приборов и комплексов.

Уметь:

- анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, обрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий;
- планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.

Владеть:

- методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами обработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий;
- навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
6-й семестр				
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.	ПК-4.1., ПК-4.2., ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	К,Т,ЛР
2.	Конструктивно-технологические разновидности транзисторов	основные конструктивно-технологические разновидности биполярных транзисторов..Многоэмиттерные транзисторы, многоколлекторные транзисторы, составные транзисторы, диоды Шоттки, транзистор Шоттки. Конструктивно-технологические варианты создания быстродействующих ИС.	ПК-4.1., ПК-4.2., ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	К,Т,ЛР
3.	Проектирование базовых логических схем	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-4.1., ПК-4.2., ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	К,Т,ЛР
7-й семестр				
4	МДП-структуры и элементы 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-4.1., ПК-4.2., ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	К,Т,ЛР
5	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.	ПК-4.1., ПК-4.2., ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	К,Т,ЛР
6	Тепловое контактное	Тепловое сопротивление. Основные способы теплопередачи. Методы отвода	ПК-4.1., ПК-4.2.,	К,Т,ЛР

	сопротивление микросхем	тепла. Факторы, влияющие на величину теплового контактного сопротивления микросхем. Конструктивно-технологические требования и ограничения при проектировании микросхем.	ПК-5.1., ПК-5.2., ПК- 5.3.	
--	-------------------------	--	---	--

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):	68	85	153
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	17	17	34
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	51	68	119
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:	67	32	99
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)	-	3	3
Самостоятельное изучение разделов/тем	67	29	96
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	27	36
Вид промежуточной аттестации	зачет	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
6	Конструкции и структуры субмикронных транзисторов
7	Классификация полупроводниковых приборов и интегральных микросхем по функциональным, структурным и конструктивно-технологическим признакам.
8	Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС.
9	Расчет и проектирование диодов. Конструкции полупроводниковых диодов и их параметры.
10	Основные конструктивно-технологические разновидности биполярных транзисторов..
11	Конструктивно-технологические варианты создания быстродействующих ИС.
12	Базовые логические схемы на биполярных транзисторах.
13	Вспомогательные элементы МДП ИС. МОП.

№ п/п	Тема
14	Основные конструктивно-технологические разновидности полевых
15	Методы отвода тепла. Факторы, влияющие на величину теплового контактного сопротивления микросхем.

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

5.1. Коллоквиум

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

**5.1.1. Вопросы, выносимые на коллоквиум
6-й семестр**

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

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.

Второй коллоквиум

1. Диоды Шоттки.
2. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные.
3. Полупроводниковые конденсаторы.

4. Элементы коммутации: соединения металлизацией, внутренние соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
5. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярных ИМС.
6. Области применения биполярных ИМС.
7. Аналоговые и цифровые схемы.
8. Связь конструкторских параметров элементов со статическими и переходными процессами.

Третий коллоквиум

1. Конструирование логического элемента на биполярных структурах.
2. Конструкции ячеек памяти на биполярных структурах.
3. Особенности конструирования аналоговых ИМС.
4. Конструкции составных транзисторов для аналоговых усилителей.
5. Преимущества и недостатки биполярных ИМС.
6. Параметры конструктивных элементов ИМС на полевых структурах.
7. Граница полупроводник-диэлектрик.
8. Униполярные транзисторы: МДП, полевые, двухзатворные транзисторы, с плавающим затвором.

5.1.2. Вопросы, выносимые на коллоквиум

7-й семестр

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.)

Первый коллоквиум

1. Элементы коммутации: соединения металлизацией, поликремниевые соединения, контактные площадки, переходы между внутренними слоями.
2. Паразитные параметры соединений.
3. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
4. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии ИМС на полевых структурах.
5. Области применения биполярно-полевых ИМС.
6. Логические элементы на совмещенных биполярных и МОП-транзисторах (БИКМОП).
7. Параметры конструктивных элементов биполярно-полевых структур.

Второй коллоквиум

1. Методы расчета основных параметров конструктивных элементов.
2. Влияние параметров конструктивных элементов на выбор элементов топологии биполярно-полевых ИМС.
3. Методы и средства конструирования ИМС на биполярно-полевых структурах.
4. Особенности субмикронных МОП- транзисторов.
5. МОП- транзисторы со структурой «кремний на изоляторе».
6. МОП- транзисторы с двойным затвором.
7. Транзисторы с вертикальным каналом.
8. Особенности транзисторов для аналоговых применений.

Третий коллоквиум

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 наноэлектроники
5. Эффекты, вызываемые горячими электронами, на схемном уровне
6. Тонкие оксидные пленки в технологии СБИС

Рекомендации при подготовке к коллоквиуму

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

Критерии оценивания

Оценка			
Неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

5.2. Образцы тестовых заданий

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

По конструктивно – технологическому исполнению ИС делят на:

- Полупроводниковые +
- Пленочные +
- Гибридные +
- Диполярные –

По типу используемых активных элементов полупроводниковые ИС подразделяют на:

- Диполярные +
- полевые +
- диполярно – полевые +
- аналоговые –

В зависимости от толщины пленок ИС подразделяют на:

- Тонкопленочные +
- Толстопленочные +
- Комбинированные –
- Гибридные –

По функциональному назначению ИС подразделяют на:

- Цифровые +
- Аналоговые +
- Линейные –
- Интегральные –

По степени интеграции ИС подразделяют на:

- Малые ИС +
- Средние ИС +
- Большие ИС +
- Сверхбольшие ИС +
- Сверхскоростные ИС –

Изоляцию осуществляют:

- Обратно – смещенными p-n-переходами +
- Диэлектриком +
- Окислом +
- Пористым кремнием –

Изоляция обратно – смещенными p-n-переходами имеет следующие недостатки:

- Высокая технологичность –
- Требует дополнительного оборудования –
- Большая площадь изолирующей области +
- Большая паразитная емкость изолирующих областей +
- Сложный технологический процесс –
- Наличие четырехслойных структур +

Диэлектрическая изоляция элементов имеет следующие недостатки:

- Сложный технологический процесс +
- Плохой отвод тепла +
- Малое тепловое сопротивление –
- Высокая плотность дефектов +
- Высокая воспроизводимость параметров элементов –

Комбинированная изоляция обеспечивает:

- Уменьшение паразитных емкостей +
- Снизить токи утечки +
- хорошие условия теплоотвода +
- увеличение степени интеграции +
- снижения быстродействия –
- уменьшения частоты переключения –

Увеличения степени легирования коллекторной области приводит к:

- Снижению удельного сопротивления +
- Уменьшению пробивного напряжения перехода коллектор – база +
- Увеличению емкости перехода +
- Улучшению частотных характеристик –

Минимальные значения горизонтальных размеров прибора определяются:

- Размерами окон вакансии, достижимые при фотолитографии +
- Зазорами между окнами +
- Глубокой боковой диффузии примесей под окисел +
- Минимальными топологическими размерами –

В биполярных транзисторах входной управляющей величиной является:

- Ток базы +
- Ток эмиттера +
- Ток коллектора –

Коэффициент инжекции зависит от:

- Ширины базы транзистора +
- Диффузионной длины n-н эмиттера +
- Коэффициента диффузии в базе +
- Коэффициента диффузии в эмиттере +
- Концентрации носителей в базе +

Концентрации носителей в эмиттере +

Времени жизни НН в базе –

Коэффициент переноса зависит от:

ширины базы +

коэффициента диффузии в коллекторе –

времени жизни НН в коллекторе –

времени жизни НН в базе +

коэффициента усиления тока –

коэффициента инжекции –

Коэффициент усиления тока транзистора при малых значениях тока зависит от:

Режима работы +

Коэффициента инжекции +

Качества обработки поверхности +

Пассивации поверхности +

Эффекта вытеснения тока в эмиттере –

Для обеспечения высокого коэффициента передачи тока в многоколлекторных транзисторах необходимо:

Скрытый n^+ слой расположить ближе к базовому слою +

n^+ слой коллектора расположить ближе друг к другу +

расстояние между соседними коллекторами должен превышать

диффузионную длину носителей в базовом слое –

Для обеспечения необходимого коллекторного тока коллекторный контакт располагают:

Ближе эмиттерному +

Ближе базовому –

Ближе к изолирующему слою –

Диод в ИС предназначен:

Чтобы выводить транзистор из насыщения +

Для выполнения логических функций +

Для стабилизации режима работы –

Для повышения быстродействия –

Какие пять вариантов использования р-n-переходов в качестве диода:

Э-К –

КБ-ЭС +

К-БЭС +

Б-ЭК +

Э-БС +

К-Б +

Основные параметры п/п-го диода:

Пробивное напряжение +

Коэффициент усиления –

Обратный ток +

Коэффициент инжекции –

Емкость +

Время восстановления обратного тока +

Время рассасывания объемного заряда –

Проблемы создания качественного диодного контакта ДШ:

Необходимость обеспечения воспроизводимого состояния физических свойств поверхности п/п – ка +

Необходимость обеспечения воспроизводимого и контролируемого состояния границы раздела металл-полупроводник +

- Возможность возникновения сильных электрических полей на краях контакта +
- Трудность проведения процесса легирования донорной примесью –
- Проблемы создания качественного диодного контакта ДШ решаются:
- Проведением ионно-плазменной очистки поверхности кремния +
 - Формированием по периферии контакта сильно легированных $p\pm$ областей +
 - Формированием диэлектрической «прокладки» SiO_2 +
 - Проведением процесса формирования нитрида кремния перед напылением алюминия –
- Какие меры принимают для повышения быстродействия транзисторов:
- Проводят легирования Au +
 - Проводят шунтирование диода с $p-n$ - переходом +
 - Сочетают интегральный транзистор с ДШ +
 - Шунтируют переход К-Э –
 - Снижают коэффициент усиления –
- При проектировании транзисторов расстояние между базовой областью и коллекторным контактом должно быть:
- Больше боковой диффузии p -базы –
 - Больше боковой диффузии $n\pm$ области –
 - Больше суммы боковой диффузии p – базы и $n\pm$ области +
- Отличительной особенностью характеристик переключения БТ является:
- Ток пропорционален показательной функции от напряжения +
 - Амплитуда сигнала определяется входным сопротивлением транзистора –
- Чтобы заставить БТ работать в режиме переключения, необходимо:
- Приложения напряжения +
 - Прохождения тока базы +
 - Наличия заряда в области базы –
- На амплитуды логических сигналов оказывает влияние:
- Входное сопротивление следующего каскада +
 - Коэффициент разветвления по выходу +
 - Величина базового тока –
- Коэффициент разветвления по выходу зависит от:
- Нагрузочной емкости +
 - Коэффициента усиления –
 - Частоты переключения –
- Для обеспечения высокого быстродействия логических схем на БТ используются:
- Методы, позволяющие обеспечить ненасыщенный режим работы +
 - Методы, позволяющие обеспечить устранения накопившегося заряда +
 - Методы обеспечивающие снижение логического перепада –

5.3. Типовые задания для самостоятельной работы

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

1. Модель зонной очистки полупроводниковых материалов для задач выбора режимов зонной плавки.
2. Модель магнетронного распыления металлических пленок для задач выбора режимов распыления.
3. Модель ионной имплантации для задач выбора режимов имплантации при решении задач формирования $p-n$ переходов.
4. Модель процесса окисления кремния для решения задач выбора режима термической обработки в окислительных средах.

5. Материалы полупроводниковой микро- и оптоэлектроники.
6. Гетеропереходы.
7. Компьютерное моделирование в задачах исследования, оптимизации и проектирования технологических процессов.
8. Особенности применения специализированных компьютерных программ.

5.4. 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:

- готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- 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;
- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.
- если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- 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.

5.5. Задания для лабораторных занятий

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

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 схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

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

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

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

5.6. Контроль курсовых проектов

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

Примерные темы курсовых работ

В соответствии с учебным планом по дисциплине в 7 семестре предусмотрен курсовой проект. Примерные темы курсовых работ указаны ниже.

1. Проектирование двухвходовой КМОП-схемы дешифратора 2 в 4.
2. Расчет интегрального полевого транзистора с изолированным затвором.
3. Расчет интегрального цифрового КМДП инвертора.
4. Расчет интегрального аналогового КМДП инвертора.
5. Моделирование интегрального логического элемента.
6. Моделирование интегрального дифференциального каскада.
7. Моделирование интегрального делителя частоты.

8. Моделирование интегрального операционного усилителя.
9. Моделирование интегрального компаратора напряжения.
10. Моделирование интегрального генератора сигналов.
11. Моделирование интегрального повышающего преобразователя напряжения.
12. Проектирование интегральной схемы К237УЛ3.
13. Проектирование интегральной схемы К2УС2412.
14. Проектирование интегральной схемы К237ХА5.
15. Проектирование интегральной схемы К237ХА3.
16. Проектирование интегральной схемы К237ХА1.
17. Проектирование интегральной схемы К2УС245.
18. Проектирование интегральной схемы К2ЖА371.
19. Проектирование интегральной схемы К2УС371.
20. Проектирование интегральной схемы К2ЖА372(К237ХА2).
21. Проектирование интегральной схемы К2УС372.
22. Проектирование интегральной схемы К2ТС241.
23. Проектирование интегральной схемы К2УС246.
24. Проектирование интегральной схемы К2УС248.

Требования к курсовому проекту

Курсовой проект - вид учебной работы по изучаемой дисциплине (модулю), предусмотренный рабочим учебным планом и выполняемый студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Целью курсового проекта является закрепление и систематизация теоретических знаний в ходе самостоятельного изучения исследовательской проблемы.

Задачи курсового проекта:

- проверка знаний, полученных студентом в ходе изучения дисциплин;
- формирование умений самостоятельной работы с литературой.

Курсовой проект должен представлять собой завершённое исследование, в котором анализируются исследовательские проблемы в рассматриваемой области, и раскрывается содержание и технологии разрешения этих проблем не только в теоретическом, но и в практическом плане на местном, региональном или федеральном уровнях. Работа должна носить творческий характер, отвечать требованиям логического и чёткого изложения материала, доказательности и достоверности фактов, отражать умения студента пользоваться рациональными приёмами поиска, отбора, обработки и систематизации информации и содержать теоретические выводы и практические рекомендации.

Курсовой проект должен содержать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- оглавление (если текст работы делится на главы) или содержание (в том случае, если текст работы делится на разделы);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список;
- графическая часть (при необходимости);
- приложения (при необходимости).

Выполнение курсового проекта складывается из нескольких этапов: анализ **литературных** и иных источников информации, составление плана работы,

накопление и обработка фактического материала, написание и оформление работы, защита курсовой работы (проекта).

Завершенная курсовая работа (проект) за неделю до защиты представляется студентом руководителю, который решает вопрос о допуске студента к защите курсовой работы (проекта).

Результаты защиты курсового проекта оцениваются дифференцированной отметкой («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), которая записывается в ведомость и зачетную книжку студента. Оценка «неудовлетворительно» проставляется в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку не вносится.

Критерии оценивания курсового проекта

Оценка			
неудовлетворительно менее 61 балла	удовлетворительно 61–80 баллов	хорошо 81–90 баллов	отлично 91–100 баллов
Работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны выводы по теме работы. Грубые недостатки оформления работы. При защите работы студент не владеет материалом, не отвечает на вопросы.	Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, но не полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны собственные выводы по теме работы. Грубые недостатки в оформлении работы. При защите работы студент слабо владеет материалом, отвечает не на все вопросы.	Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Незначительные замечания к оформлению работы. При защите работы студент владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.	Работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. При защите работы студент свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.

6. Промежуточная аттестация

(контролируемые компетенции ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.)

6.1. 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 практических работ и их защиту.

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 лабораторных работ	21 балл	7 балло в	7 баллов	7 баллов
2.	Рубежный контроль				
	тестирование	15 баллов	5 балло в	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 балло в	8 баллов	8 баллов

Итого	70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла
-------	--------------	-------------	-------------	-------------

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируются компетенции: *ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.*

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 (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные 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:
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции но не в полном объеме входящих в их 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

6.2. Список основных вопросов к экзамену

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.
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.
40. Разрешающая способность технологических методов создания СБИС
41. Принципы масштабирования при проектировании БИС
42. Физические и технологические ограничения при масштабировании СБИС
43. Технологические процессы изготовления элементов нанoeлектроники
44. Эффекты, вызываемые горячими электронами, на схемном уровне
45. Тонкие оксидные пленки в технологии СБИС

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 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 При освоении дисциплины формируются компетенции: *ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК- 5.3.*

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.

Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.

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
<p>ПК-4: Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптоэлектронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей</p> <p><i>Код и наименование индикаторов достижения компетенции:</i></p> <p>ПК-4.1. Способен обосновывать требования к изготовлению оптических, оптоэлектронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации изготовителя.</p> <p>ПК-4.2. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов.</p>	<p>Знать -методы изготовления оптоэлектронных приборов и способы организации их производства; методики и технические средства контроля и испытаний; способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства;</p> <p>Уметь -анализировать техническое задание на разработанные модели оптоэлектронных приборов, обрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий;</p> <p>Владеть -методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий;</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 6</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 6</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 6</i>).</p>

<p>ПК-5. Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления оптоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей.</p>	<p>Знать: - виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; виды технологических процессов сборки приборов и комплексов.</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 6</i>).</p>
<p><i>Код и наименование индикаторов достижения компетенции:</i></p>	<p>Уметь: - планировать потребности в оборудовании, материально-технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</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 6</i>).</p>
<p>ПК-5.1. Способен разрабатывать специальную оснастку для изготовления оптоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей.</p>	<p>Владеть: - навыками организации материально-технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</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 6</i>).</p>
<p>ПК-5.2. Способен разрабатывать методики оптоэлектронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.</p>		
<p>ПК-5.3. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов.</p>		

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Щука, А. А. Нанoeлектроника: учебное пособие / А. А. Щука; под ред. А. С. Сигова. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - 345 с. Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10". - Загл. с титул. экрана. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-93208-768-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932087688.html>
2. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Трехмерные интегральные схемы – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 2016.-89 с.
3. Мустафаев Г.А., Черкесова Н.В. Проектирование и конструирование дискретных полупроводниковых приборов и активных элементов БИС и СБИС. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 2015.-58 с.

4. Романовский М.Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства. Учебное пособие для вузов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники., 2012 г., 127 с. URL: <https://reader.lanbook.com/book/4935#2>

Дополнительная литература

1. Ладыгин, Е. А. Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов, ИС и БИС. Раздел : Проектирование и расчет КМОП-схем с коротким каналом : учебное пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 2002.00 / Ладыгин Е. А. , Мурашев В. Н. , Лагов П. Б. - Москва : МИСиС, 2000. - 56 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_154.html
2. Королёв, М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : в 2 ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М. А. Королёв, Т. Ю. Крупкина, М. А. Ревелева; под общ. ред. Ю. А. Чаплыгина. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 400 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-814-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018148.html>
3. Мустафаев Г.А. Полупроводниковые приборы и ИС. Методические указания по методам расчета тепловых параметров. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 1998 г., - 43 с.
4. Мустафаев Г.А., Панченко В.А. Методические указания к практическим и лабораторным занятиям. Проектирование топологии ИС и печатных плат. Методические рекомендации. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 2011г. - 64 с.

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 приборов и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов.
- Электроника.
- Физика и техника полупроводников.
- Микроэлектроника.
- Квантовая электроника.
- Радиоэлектроника
- Материалы электронной техники.
- Физика твердого тела
- Известия вузов.

Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> -Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. http://www.ph4s.ru/book_electronika.html - Образовательный проект А.Н.

Варгина

6. <http://www.Russianelectronics.ru> -портал «Время электроники»;
7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <https://www.sciencedirect.com/> - Полнотекстовая база данных ScienceDirect.

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2024-2025 уч.г.)**

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ					
1.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №55/ЕП-223 от 08.02.2024 г. Активен до 15.02.2025г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
2.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://rusneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 6-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115)
3.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК,	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.) №156/24П от 04.04.2024 г. срок	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

		2085 аудиоизданий.		предоставления лицензии: 12 мес.	
4.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №54/ЕП-223 От 08.02.2024 г. Активен по 28.02.2025 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ					
5.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
6.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prlib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)
7.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального	Доступ по IP-адресам КБГУ

		изданий по 53 отраслям		договора)	
--	--	---------------------------	--	-----------	--

8. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ через Интернет доступ к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся 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 российских программных сред.

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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

учебная аудитория для проведения учебных занятий – 238, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, интерактивная доска, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 24 посадочных мест.

компьютерный класс для проведения лабораторных и практических занятий, текущего контроля, промежуточной аттестации – 324. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 14 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, доска стационарная.

помещение для самостоятельной работы - 311, Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная

информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

помещение для самостоятельной работы – 115 Электронный читальный зал №1. Оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

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

Дисциплина обеспечена:

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

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

При проведении занятий лекционного типа используются:

лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:

Список лицензионного программного обеспечения

Договор №24-3А от 15.07.2024 года

1. Антивирусное средство для защиты ПК (продление) Kaspersky Endpoint Security.
2. Система оптического распознавания текста (продление) SETERE OCR
3. Многофункциональный редактор (продление) Content Reader PDF 15 Business.
4. РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Сервер. Стандартная редакция. Базовый уровень.
5. РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Рабочая станция. Стандартная редакция. Базовый уровень.
6. Российский кроссплатформенный пакет приложений для совместной работы с офисными документами Р7-Офис.
7. Многофункциональный кроссплатформенный графический редактор AliveColors Business.
8. Комплекс программ автоматизации решения задач конструкторско-технологической подготовки производства и бизнес-процессов САПР Грация.
9. Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения Системы Spider Project Professional.

10. Программный продукт, основанный на исходном коде свободного проекта Wine, предназначенный для запуска Windows-приложений на операционных системах семейства Linux.

свободно распространяемые программы:

7Zip;

DjVu Plug-in;

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. 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).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
- в) для глухих и слабослышащих:
 - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;
- д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Приложение 1

Лист изменений (дополнений)
в рабочей программе дисциплины (модуля) «Проектирование и конструирование
полупроводниковых приборов и ИС»
по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения, специализация: «Оптико-электронные информационно
измерительные приборы и системы» на 2025 – 2026 учебный год

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

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и цифровых информационных
технологий, протокол № _____*

от « _____ » _____ 2024 г.

Заведующий кафедрой _____ /
подпись

Р.Ш. Тешев / _____
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				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет	Высокий уровень отлично/ диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ПК-4. Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптикотехники, оптико-электронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей. <i>Код и наименование индикаторов достижения компетенции.</i> ПК-4.1. Способен обосновывать	Знать: методы изготовления оптико-электронных приборов и способы организации их производства; методика и технические средства контроля и испытаний; способы повышения производительности и труда, технического уровня и эффективности производства.	Не знает	отсутствие знаний о методах изготовления оптико-электронных приборов и способах организации их производства; методиках и технических средствах контроля и испытаний; способах повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства.	неполные знания о методах изготовления оптико-электронных приборов и способах организации их производства; методиках и технических средствах контроля и испытаний; способах повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства.	в целом успешные знания о методах изготовления оптико-электронных приборов и способах организации их производства; методиках и технических средствах контроля и испытаний; способах повышения производительности и труда, технического уровня и эффективности производства.	Полностью сформированные знания о методах изготовления оптико-электронных приборов и способах организации их производства; методиках и технических средствах контроля и испытаний; способах повышения производительности и труда, технического уровня и эффективности производства.

<p>требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания возможностей организации изготовителя.</p>	<p>Уметь: анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p>	<p>Не умеет</p>	<p>отсутствие или частичное умение анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p>	<p>недостаточное умение анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p>	<p>в целом успешное умение анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p>	<p>полностью сформированное умение анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p>
<p>ПК-4.2. Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>	<p>Владеть методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий</p>	<p>Не владеет</p>	<p>отсутствие или частичное владение методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий.</p>	<p>недостаточное владение методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий</p>	<p>в целом успешное владение методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий.</p>	<p>полностью сформированное владение методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий.</p>

<p>ПК-5.1. Способен разрабатывать специальную оснастку для изготовления оптикотехники, оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей.</p>	<p>Знать: виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; виды технологических процессов сборки приборов и комплексов.</p>	<p>Не знает</p>	<p>отсутствие знаний о видах технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частях; видах технологических процессов сборки приборов и комплексов.</p>	<p>неполные знания о видах технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частях; видах технологических процессов сборки приборов и комплексов.</p>	<p>в целом успешные знания о видах технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частях; видах технологических процессов сборки приборов и комплексов.</p>	<p>полностью сформированные знания о видах технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частях; видах технологических процессов сборки приборов и комплексов.</p>
<p>ПК-5.2. Способен разрабатывать методики сборки и юстировки оптикотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с помощью специальной оснастки.</p> <p>ПК- 5.3. Способен применять компьютерные технологии и программные средства</p>	<p>Уметь: планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p>	<p>Не умеет</p>	<p>отсутствие или частичное умение планировать потребности в материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p>	<p>недостаточное умение планировать потребности в материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p>	<p>в целом успешное умение планировать потребности в материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p>	<p>полностью сформированное умение планировать потребности в материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p>

<p>проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>	<p>Владеть: навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования</p>	<p>Не владеет</p>	<p>отсутствие или частичное владение навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>	<p>недостаточное владение навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>	<p>в целом успешное владение навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>	<p>полностью сформированное владение навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>
--	---	-------------------	---	--	---	---