**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана факультета ПТФ
_____ Н. М. Комаров
22.03.2022

# Основы проектирования электронной компонентной базы

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Физики и микроэлектроники**

Учебный план
Направление 11.03.04 - РФ, 691000 - КР Электроника и наноэлектроника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 53,8

Виды контроля в семестрах:
зачеты с оценкой 6

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **6 (3.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Практические | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Контактная работа в период теоретического обучения | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| В том числе инт. | 8 | 8 | 8 | 8 |
| В том числе в форме практ.подготовки | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Итого ауд. | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Контактная работа | 54,2 | 54,2 | 54,2 | 54,2 |
| Сам. работа | 53,8 | 53,8 | 53,8 | 53,8 |
| Итого | 108 | 108 | 108 | 108 |

Программу составил(и):
*ст.преп., Снимщиков И.А.**; к.ф.-м.н., доц., Козубай И.*

Рецензент(ы):
*д.ф.-м.н. , проф., Касмамытов Н.К.*

Рабочая программа дисциплины
**Основы проектирования электронной компонентной базы**

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:
Направление 11.03.04 - РФ, 691000 - КР Электроника и наноэлектроника
утвержденного учёным советом вуза от 28.06.2024 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Физики и микроэлектроники**

Протокол от 23 апреля 2024 г. № 1
Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.
Зав. кафедрой к.ф.-м.н. доц. Айтимбетова А.Н.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС
9 сентября 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
**Физики и микроэлектроники**

Протокол от 29 августа 2025 г. № 1
Зав. кафедрой к.ф.-м.н.,доц. Айтимбетова А.Н.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
**Физики и микроэлектроники**

Протокол от _____ 2026 г. №
Зав. кафедрой к.ф.-м.н.,доц. Айтимбетова А.Н.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
**Физики и микроэлектроники**

Протокол от _____ 2027 г. №
Зав. кафедрой к.ф.-м.н.,доц. Айтимбетова А.Н.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС

_____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
**Физики и микроэлектроники**

Протокол от _____ 2028 г. №
Зав. кафедрой к.ф.-м.н.,доц. Айтимбетова А.Н.

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| 1.1 | Изучение методов и принципов проектирования электронной компонентной базы. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Физические основы электроники |
| 2.1.2 | Твердотельная электроника |
| 2.1.3 | Схемотехника |
| **2.2** | **Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Основы технологии электронной компонентной базы |
| 2.2.2 | Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| **ПК-1: Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования** | |
| **Знать:** | |
| Уровень 1 | принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов |
| **Уметь:** | |
| Уровень 1 | проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов |
| **Владеть:** | |
| Уровень 1 | навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем |

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

| **3.1** | **Знать:** |
|---|---|
| 3.1.1 | классификацию и принципы построения электронной компонентной базы, основные стадии проектирования электронной компонентной базы, основы проектирования и топологию элементов электронной компонентной базы, основы проектирования и топологию элементов электронной компонентной базы. |
| **3.2** | **Уметь:** |
| 3.2.1 | составлять структурные, функциональные и принципиальные схемы электронной компонентной базы; анализировать статические и динамические характеристики электронной компонентной базы. |
| **3.3** | **Владеть:** |
| 3.3.1 | навыками в выборе электронной компонентной базы и использовании её по назначению. |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература | Инте ракт. | Пр. подг. | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 1. Методы анализа и описания технологических процессов электронной компонентной базы** | | | | | | | |
| 1.1 | Этапы развития и современное состояние технологии материалов и компонентов электронной базы. Требования к материалам микроэлектронного производства. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | 2 | | |
| 1.2 | Технологические схемы процессов изготовления электронной компонентной базы. Материалы. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | 2 | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.3 | Технологические процессы первичной обработки материалов. Технология получения монокристаллических подложек для ИМС и обработка их поверхностей. Эпитаксия, термическое окисление, легирование,диффузия. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.4 | Факторы, определяющие развития электронной компонентной базы. Новые направления развития электронной компонентной базы. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.5 | Технологические основы полупроводниковой микро и нано- электроники. Легирование и эпитаксия для ИМС и СБИС. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | 2 | | |
| 1.6 | Технологические параметры электронной компонентов база (МОП и КМОП структуры). /Пр/ | 6 | 10 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | 2 | | |
| 1.7 | Компоненты пленочных ИМС. Компоненты гибридных ИМС. /Ср/ | 6 | 6 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.8 | Компоненты пленочных ИМС.Компоненты гибридных ИМС. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 1.9 | Технологические основы полупроводниковой микро и нано-электроники. Литография. Фотолитография. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| | **Раздел 2. Технологические особенности и элементы БИС и СБИС.** | | | | | | | |
| 2.1 | Технологические основы пленочной микроэлектроники. Технология изготовления биполярных СБИС. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.2 | Технологические основы пленочной микроэлектроники. Технология изготовления совмещенных БИС и СБИС. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.3 | Технология изготовления ИМС с изоляцией р-п переходом, диэлектрической и комбинированной изоляцией. Технология изготовления совмещенных ИМС (МДП и КМДП ИМС). /Пр/ | 6 | 8 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.4 | Технология КМДП транзисторов для ИМС. /Ср/ | 6 | 8 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.5 | Стабилизация и подгонка параметров элементов гибридных СБИС – технологические процессы. /Лек/ | 6 | 1 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.6 | Технологические особенности, классификация процессов и основные этапы изготовления гибридных СБИС и МБС. Тонкопленочные и толстопленочные. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.7 | Изготовление тонкопленочных гибридных ИМС. /Ср/ | 6 | 6 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 2.8 | Изготовление толстопленочных гибридных ИМС. /Ср/ | 6 | 5,8 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| | **Раздел 3. Основные понятия надежности электронной компонентной базы.** | | | | | | | |
| 3.1 | Основные понятия надежности электронной компонентной базы. /Лек/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.2 | Пути обеспечения надежности электронной компонентной базы. Методы резервирования. Виды контроля. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.3 | Методы неразрушающего контроля качества ИМС. Контроль полупроводниковых и гибридных ИМС. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.4 | Характеристики вида защиты электронной компонентной базы. Получение слоев оксида и нитрида кремния. /Лек/ | 6 | 1 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.5 | Технологические особенности защиты структур ИМС. Диэлектрические пленки и область их применения в микро-нано-электронике. Оксид и нитрид кремния. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.6 | Классификация и эффективность существующих методов защиты от механических воздействий. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.7 | Динамические характеристики, виды отказов и нарушения функционирования электронной компонентной базы /Ср/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| | **Раздел 4. Основы защиты электронной компонентной базы от тепловых воздействий** | | | | | | | |
| 4.1 | Обеспечение механической прочности и обеспечение требований по теплостойкости. /Лек/ | 6 | 1 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.2 | Характеристика видов теплопередачи. Конвективный теплообмен. Лучистый теплообмен. Теплопроводность. /Пр/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 4.3 | Классификация опасных факторов. Требования по теплостойкости к компонентам. /Ср/ | 6 | 4 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| | **Раздел 5. Обеспечение безопасности электронной компонентной базы** | | | | | | | |
| 5.1 | Классификация опасных факторов. Область применения требований по безопасности. /Лек/ | 6 | 1 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 5.2 | Обеспечение защиты от поражения электрическим током. Требования к изоляции, зазоры и пути устранения утечек. /Пр/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 5.3 | Требования к клеммам и соединителям. Требования к ПП-компонентам. /Ср/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 5.4 | /КрТО/ | 6 | 0,2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 5.5 | /ЗачётСОц/ | 6 | 2 | ПК-1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 | | | |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы. Раздел 1:
1. Какие достоинства пленочных и полупроводниковых ИМС учтены при проектировании ГИМС?
2. Что такое элементы и компоненты ГИМС?
3. Дайте характеристику различным типам интегральных микросхем.
4. Дайте определение аналоговой ИМС.
5. Дайте определение цифровой ИМС.
6. Сформулируйте конструктивно-технологические особенности техпроцессов, используемых при изготовлении тонкопленочных ГИМС.
7. Какова и чем определяется толщина резистивных, диэлектрических и проводящих пленок?
8. Каковы конструктивные и технологические особенности толсто-пленочных ГИМС?
9. В чем заключаются особенности полупроводниковой технологии?
10.Каковы возможности дальнейшей микроминиатюризации РЭС?
11. Какие функции выполняют подложки ГИМС?
12. Назовите материалы и основные характеристики материалов подложек. Сформулируйте требования к материалам подложек.
13. Назовите наиболее распространенные материалы для изготовления резистивных пленок.
14. Сформулируйте требования к резистивным материалам.
15. Что такое «керметы»?
16. Сформулируйте требования к материалам проводящих пленок.
17. Назовите наиболее распространенные материалы для изготовления диэлектрических пленок.
18. Сформулируйте требования к материалам диэлектрических пленок.
19. Назовите материалы для защитных покрытий в ИМС.
20. Нарисуйте наиболее распространенные конструкции тонкопленочных резисторов и объясните целесообразность их применения в конкретных ситуациях.
21. Что такое «сопротивление квадрата» резистивной пленки?
22. Почему рекомендуется для всех номиналов резисторов, располагаемых на подложке, применять плёнки с одинаковым удельным поверхностным сопротивлением?
23. Какова точность воспроизведения размеров, R□, и С0 тонких пленок?

Контрольные вопросы. Раздел 2:
1. Каковы конструктивные и электрические особенности полупроводниковых ИМС?
2. Что такое планарная технология изготовления ИМС?
3. Назовите основные технологические операции планарной технологии.
4. Какие элементы можно изготовить на основе планарной технологии?
5. Что такое вертикальный и горизонтальный транзисторы?
6. Назовите акцепторные примеси для легирования кремния. Какие донорные примеси кремния Вы знаете?
7. Изобразите эпитаксиально-планарный транзистор; в чем заключаются его конструктивно-технологические особенности?
8. С какой целью в эпитаксиально-планарном транзисторе размещен скрытый n+ слой?
9. С какой целью используется n+ подколлекторный слой?
10. Какова глубина расположения эмиттерного и коллекторного переходов?
11. Изобразите симметричную и асимметричную конструкции биполярного транзистора.
12. Изобразите конструкцию мощного транзистора (вид сверху).
13. Изобразите конструкции многоэмиттерного и многоколлекторного транзисторов.
14. Изобразите конструкции БТ, выполненных по изопланарной и полипланарной технологии.
15. В чем заключаются достоинства БТ, изолированного плёнкой диэлектрика?
16. Изобразите конструкцию БТ, сформированного методом КИД (коллекторная изолирующая диффузия)?
17. Приведите сравнительные характеристики биполярных транзисторов, выполненных по различным (приведенным выше) технологиям.
18. Назовите достоинства торцевых транзисторов.
19. Назовите основные этапы проектирования интегрального биполярного транзистора.
20. В чем заключается расчёт профиля распределения примесей?
21. Назовите основные электрофизические параметры p - n – переходов БТ.
22. Изобразите конструкции униполярных транзисторов с индуцированным и встроенным каналами.
23. Каков принцип работы полевого транзистора?
24. Что такое «сток», «исток» и «канал»?
25. Что такое комплементарные полупроводниковые структуры?
26. Приведите примеры конструкций полупроводниковых резисторов.
27. Почему чаще всего резисторы выполняются на основе базового слоя?
28. Приведите примеры конструкций полупроводниковых конденсаторов.

Контрольные вопросы. Тема "Надежность":
1. С какой целью проводится тепловой расчет ИМС?
2. Что такое принцип суперпозиции тепловых полей?
3. В какой последовательности проводится тепловой расчет ИМС?
4. Нарисуйте известные Вам тепловые модели и укажите достоинства и недостатки каждой из них.
5. Какие способы отвода тепла в ИМС Вы знаете?
6. Сформулируйте определение надёжности ИМС.
7. Назовите характеристики надёжности ИМС.
8. Как определяют характеристики надёжности ИМС?
9. От каких факторов зависит надёжность ИМС?
10. В результате чего возникают внезапные и постепенные отказы ИМС?
11. Чем обусловлена высокая надёжность ИМС?
12. Назовите основные физические причины отказов пассивных элементов ГИС (резисторов и конденсаторов).
13. Приведите приемы обеспечения высокой надёжности в процессе проектирования микросхем.
14. Назовите методы математического и физического прогнозирования надёжности ИМС.

Тест 1. Раздел 1, 2:
1. Часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки называется:
1) микросборка;
2) кристалл ИМС;
3) печатная плата.
2. Основным элементом биполярным интегральных микросхем, являющимся основой технологического процесса является:
1) транзистор n-p-n типа;
2) транзистор p-n-p типа;
3) МДП транзистор;
4) интегральный резистор.
3. Микросхемы, предназначенные по своему функциональному назначению для преобразования и обработки сигнала, являющимся непрерывным в функции времени, называются:
1) цифровыми;
2) аналоговыми;
3) цифро-аналоговыми;
4) аналого-цифровые.
4. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к цифровым:
1) усилители;
2) стабилизаторы;
3) мультиплексоры;

4) триггеры.
5. Укажите пути увеличения степени интеграции ИМС:
1) уменьшение размеров элементов и расстояний между ними;
2) увеличение размеров кристалла;
3) уменьшение размеров кристалла;
4) изготовление многоуровневых ИМС.
6. Микроэлектронное изделие типа гибридной БИС, выполняющее определенную функцию и состоящее из элементов, компонентов, ИМС, БИС, изделий функциональной микроэлектроники и других радиоэлементов в различных сочетаниях.
1) программируемая логическая матрица;
2) микросборка;
3) толстопленочная ГИС.
7. Определите из следующего набора элементов пассивные элементы ИМС:
1) диоды;
2) диффузионные резисторы;
3) пинч-резисторы;
4) диффузионные конденсаторы;
5) транзисторы.
8. Какие базовые схемотехнические структуры лежат в основе аналоговых схем?
1) стабилизаторы;
2) каскады;
3) транзисторные ключи;
4) схемы на операционных усилителях.
9. Микросхемы, элементы которых выполнены в приповерхностном слое полупроводниковой подложки называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
10. Основным элементом МДП-интегральных микросхем, являющимся основой технологического процесса является:
1) МДП транзистор с n-каналом;
2) МДП транзистор с p-каналом;
3) МДП конденсатор;
4) транзистор n-p-n типа.
11. Микросхемы, предназначенные по своему функциональному назначению для преобразования и обработки сигнала, имеющего два состояния (высокое напряжение «1», низкое напряжение «0») называются:
1) аналоговыми;
2) цифровыми;
3) цифро-аналоговыми;
4) аналого-цифровыми.
12. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к цифровым:
1) мироконтроллеры;
2) фильтры;
3) запоминающие устройства;
4) генераторы синусоидальных колебаний.
13. Набор топологических ячеек БИС, расположенных в виде матрицы, между элементами которой отсутствуют соединения, которые возможно соединить металлической разводкой для получения некой функциональности называется:
1) программируемая логическая матрица;
2) базовый матричный кристалл;
3) программируемый матричный кристалл;
4) базовая логическая матрица.
14. К каким показателям спроектированной топологии БИС и СБИС должен решить разработчик, при которых расположение элементов микросхемы можно считать оптимальным:
1) площадь кристалла минимальна;
2) функциональные элементы сгруппированы;
3) межэлементные соединения и число пересечений металлической разводки минимальны;
4) площадь расстояние между элементами не превышают 50% площади кристалла.
15. Укажите, какие из перечисленных ниже ИМС можно отнести к ИМС большой и сверхбольшой степени интеграции?
1) счетчики;
2) микропроцессоры;
3) АЦП и ЦАП.

Тест 2. Раздел 3.
1. Микросхемы, у которой активные элементы выполнены в приповерхностном слое полупроводникового кристалла, а пассивные нанесены в виде пленок на предварительно изолированную поверхность того же кристалла называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
2. Чем характеризуется функциональная сложность интегральных микросхем?

1) степенью интеграции;
2) плотностью упаковки;
3) степенью интеграции и плотностью упаковки.
3. Часть ИМС, реализующая функцию какого-либо простого электрорадиоэлемента, выполненная нераздельно от кристалла ИМС (или ее подложки), которая не может быть отделена от ИМС как самостоятельное изделие называется:
1) компонентом ИМС;
2) элементом ИМС;
3) элементарная ячейка ИМС.
4. Почему транзисторы структуры n-p-n (p-n-p) называются биполярными? Потому что работа транзистора основана на использовании в качестве основного носителя:
1) электрона;
2) дырки;
3) электрона и дырки;
4) положительных и отрицательных ионов.
5. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к аналоговым:
1) усилители;
2) компараторы.
6. Какие интегральные микросхемы из перечисленных ниже относятся к полупроводниковым?
1) биполярные;
2) МОП (металл окисел полупроводник);
3) БИМОП.
7. Микросхемы, которые представляет собой комбинацию пленочных пассивных элементов и активных компонентов, расположенных на общей диэлектрической подложке называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
8. Часть ИМС, реализующая функцию какого-либо простого электрорадиоэлемента, которая может быть выполненная отдельно от кристалла ИМС.
1) компонентом ИМС;
2) элементом ИМС;
3) элементарная ячейка ИМС.
9. Почему полевые транзисторы называются униполярными? Потому что работа транзистора основана на использовании в качестве основного носителя:
1) носителя одного типа (электрон или дырка);
2) носителей двух типов (электрон и дырка);
3) носителей двух типов (ионы).
10. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к аналоговым:
1) фильтры;
2) перемножители;
3) RS-триггеры;
4) генераторы.

**5.2. Темы курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

**5.3. Фонд оценочных средств**

Примерные вопросы устного опроса по Разделу 1.
1. Какие достоинства пленочных и полупроводниковых ИМС учтены при проектировании ГИМС?
2. Что такое элементы и компоненты ГИМС?
3. Дайте характеристику различным типам интегральных микросхем.
4. Дайте определение аналоговой ИМС.
5. Дайте определение цифровой ИМС.
6. Сформулируйте конструктивно-технологические особенности техпроцессов, используемых при изготовлении тонкопленочных ГИМС.
7. Какова и чем определяется толщина резистивных, диэлектрических и проводящих пленок?
8. Каковы конструктивные и технологические особенности толсто-пленочных ГИМС?
9. В чем заключаются особенности полупроводниковой технологии?
10.Каковы возможности дальнейшей микроминиатюризации РЭС?
11. Какие функции выполняют подложки ГИМС?
12. Назовите материалы и основные характеристики материалов подложек. Сформулируйте требования к материалам подложек.
13. Назовите наиболее распространенные материалы для изготовления резистивных пленок.
14. Сформулируйте требования к резистивным материалам.
15. Что такое «керметы»?
16. Сформулируйте требования к материалам проводящих пленок.
17. Назовите наиболее распространенные материалы для изготовления диэлектрических пленок.
18. Сформулируйте требования к материалам диэлектрических пленок.
19. Назовите материалы для защитных покрытий в ИМС.

20. Нарисуйте наиболее распространенные конструкции тонкопленочных резисторов и объясните целесообразность их применения в конкретных ситуациях.
21. Что такое «сопротивление квадрата» резистивной пленки?
22. Почему рекомендуется для всех номиналов резисторов, располагаемых на подложке, применять плёнки с одинаковым удельным поверхностным сопротивлением?
23. Какова точность воспроизведения размеров, R□, и С0 тонких пленок?

Примерные вопросы устного опроса по Разделу 2.
1. Каковы конструктивные и электрические особенности полупроводниковых ИМС?
2. Что такое планарная технология изготовления ИМС?
3. Назовите основные технологические операции планарной технологии.
4. Какие элементы можно изготовить на основе планарной технологии?
5. Что такое вертикальный и горизонтальный транзисторы?
6. Назовите акцепторные примеси для легирования кремния. Какие донорные примеси кремния Вы знаете?
7. Изобразите эпитаксиально-планарный транзистор; в чем заключаются его конструктивно-технологические особенности?
8. С какой целью в эпитаксиально-планарном транзисторе размещен скрытый n+ слой?
9. С какой целью используется n+ подколлекторный слой?
10. Какова глубина расположения эмиттерного и коллекторного переходов?
11. Изобразите симметричную и асимметричную конструкции биполярного транзистора.
12. Изобразите конструкцию мощного транзистора (вид сверху).
13. Изобразите конструкции многоэмиттерного и многоколлекторного транзисторов.
14. Изобразите конструкции БТ, выполненных по изопланарной и полипланарной технологии.
15. В чем заключаются достоинства БТ, изолированного плёнкой диэлектрика?
16. Изобразите конструкцию БТ, сформированного методом КИД (коллекторная изолирующая диффузия)?
17. Приведите сравнительные характеристики биполярных транзисторов, выполненных по различным (приведенным выше) технологиям.
18. Назовите достоинства торцевых транзисторов.
19. Назовите основные этапы проектирования интегрального биполярного транзистора.
20. В чем заключается расчёт профиля распределения примесей?
21. Назовите основные электрофизические параметры p – n – переходов БТ.
22. Изобразите конструкции униполярных транзисторов с индуцированным и встроенным каналами.
23. Каков принцип работы полевого транзистора?
24. Что такое «сток», «исток» и «канал»?
25. Что такое комплементарные полупроводниковые структуры?
26. Приведите примеры конструкций полупроводниковых резисторов.
27. Почему чаще всего резисторы выполняются на основе базового слоя?
28. Приведите примеры конструкций полупроводниковых конденсаторов.

Примерные вопросы устного опроса по Разделу 3.
1. С какой целью проводится тепловой расчет ИМС?
2. Что такое принцип суперпозиции тепловых полей?
3. В какой последовательности проводится тепловой расчет ИМС?
4. Нарисуйте известные Вам тепловые модели и укажите достоинства и недостатки каждой из них.
5. Какие способы отвода тепла в ИМС Вы знаете?
6. Сформулируйте определение надёжности ИМС.
7. Назовите характеристики надёжности ИМС.
8. Как определяют характеристики надёжности ИМС?
9. От каких факторов зависит надёжность ИМС?
10. В результате чего возникают внезапные и постепенные отказы ИМС?
11. Чем обусловлена высокая надёжность ИМС?
12. Назовите основные физические причины отказов пассивных элементов ГИС (резисторов и конденсаторов).
13. Приведите приемы обеспечения высокой надёжности в процессе проектирования микросхем.
14. Назовите методы математического и физического прогнозирования надёжности ИМС.

Примерный Тест 1.
1. Часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки называется:
1) микросборка;
2) кристалл ИМС;
3) печатная плата.
2. Основным элементом биполярным интегральных микросхем, являющимся основой технологического процесса является:
1) транзистор n-p-n типа;
2) транзистор p-n-p типа;
3) МДП транзистор;
4) интегральный резистор.
3. Микросхемы, предназначенные по своему функциональному назначению для преобразования и обработки сигнала, являющимся непрерывным в функции времени, называются:
1) цифровыми;

2) аналоговыми;
3) цифро-аналоговыми;
4) аналого-цифровыми.
4. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к цифровым:
1) усилители;
2) стабилизаторы;
3) мультиплексоры;
4) триггеры.
5. Укажите пути увеличения степени интеграции ИМС:
1) уменьшение размеров элементов и расстояний между ними;
2) увеличение размеров кристалла;
3) уменьшение размеров кристалла;
4) изготовление многоуровневых ИМС.
6. Микроэлектронное изделие типа гибридной БИС, выполняющее определенную функцию и состоящее из элементов, компонентов, ИМС, БИС, изделий функциональной микроэлектроники и других радиоэлементов в различных сочетаниях.
1) программируемая логическая матрица;
2) микросборка;
3) толстопленочная ГИС;
7. Определите из следующего набора элементов пассивные элементы ИМС:
1) диоды;
2) диффузионные резисторы;
3) пинч-резисторы;
4) диффузионные конденсаторы;
5) транзисторы.
8. Какие базовые схемотехнические структуры лежат в основе аналоговых схем?
1) стабилизаторы;
2) каскады;
3) транзисторные ключи;
4) схемы на операционных усилителях.
9. Микросхемы, элементы которых выполнены в приповерхностном слое полупроводниковой подложки называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
10. Основным элементом МДП-интегральных микросхем, являющимся основой технологического процесса является:
1) МДП транзистор с n-каналом;
2) МДП транзистор с p-каналом;
3) МДП конденсатор;
4) транзистор n-p-n типа.
11. Микросхемы, предназначенные по своему функциональному назначению для преобразования и обработки сигнала, имеющего два состояния (высокое напряжение «1», низкое напряжение «0») называются:
1) аналоговыми;
2) цифровыми;
3) цифро-аналоговыми;
4) аналого-цифровыми.
12. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к цифровым:
1) мироконтроллеры;
2) фильтры;
3) запоминающие устройства;
4) генераторы синусоидальных колебаний.
13. Набор топологических ячеек БИС, расположенных в виде матрицы, между элементами которой отсутствуют соединения, которые возможно соединить металлической разводкой для получения некой функциональности называется:
1) программируемая логическая матрица;
2) базовый матричный кристалл;
3) программируемый матричный кристалл;
4) базовая логическая матрица.
14. К каким показателям спроектированной топологии БИС и СБИС должен решить разработчик, при которых расположение элементов микросхемы можно считать оптимальным:
1) площадь кристалла минимальна;
2) функциональные элементы сгруппированы;
3) межэлементные соединения и число пересечений металлической разводки минимальны;
4) площадь расстояние между элементами не превышают 50% площади кристалла.
15. Укажите, какие из перечисленных ниже ИМС можно отнести к ИМС большой и сверхбольшой степени интеграции?
1) счетчики;
2) микропроцессоры;
3) АЦП и ЦАП;

Примерный Тест 2.

1. Микросхемы, у которой активные элементы выполнены в приповерхностном слое полупроводникового кристалла, а пассивные нанесены в виде пленок на предварительно изолированную поверхность того же кристалла называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
2. Чем характеризуется функциональная сложность интегральных микросхем?
1) степенью интеграции;
2) плотностью упаковки;
3) степенью интеграции и плотностью упаковки.
3. Часть ИМС, реализующая функцию какого-либо простого электрорадиоэлемента, выполненная нераздельно от кристалла ИМС (или ее подложки), которая не может быть отделена от ИМС как самостоятельное изделие называется:
1) компонентом ИМС;
2) элементом ИМС;
3) элементарная ячейка ИМС.
4. Почему транзисторы структуры n-p-n (p-n-p) называются биполярными? Потому что работа транзистора основана на использовании в качестве основного носителя:
1) электрона;
2) дырки;
3) электрона и дырки;
4) положительных и отрицательных ионов.
5. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к аналоговым:
1) усилители;
2) компараторы;
6. Какие интегральные микросхемы из перечисленных ниже относятся к полупроводниковым?
1) биполярные;
2) МОП (металл окисел полупроводник);
3) БИМОП.
7. Микросхемы, которые представляет собой комбинацию пленочных пассивных элементов и активных компонентов, расположенных на общей диэлектрической подложке называются:
1) гибридными ИМС;
2) полупроводниковыми ИМС;
3) пленочными ИМС;
4) совмещенные ИМС.
8. Часть ИМС, реализующая функцию какого-либо простого электрорадиоэлемента, которая может быть выполненная отдельно от кристалла ИМС.
1) компонентом ИМС;
2) элементом ИМС;
3) элементарная ячейка ИМС.
9. Почему полевые транзисторы называются униполярными? Потому что работа транзистора основана на использовании в качестве основного носителя:
1) носителя одного типа (электрон или дырка);
2) носителей двух типов (электрон и дырка);
3) носителей двух типов (ионы).
10. Укажите виды микросхем, которые можно отнести к аналоговым:
1) фильтры;
2) перемножители;
3) RS-триггеры;
4) генераторы.

**5.4. Перечень видов оценочных средств**

Тест 1.
Тест 2.
Контрольная работа.
Устный опрос.
Зачет с оценкой.
Согласно «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов ГОУ ВПО КРСУ от 6 сентября 2014 года» все формы текущего, рубежного и промежуточного контроля, предусмотренные рабочей программой, оцениваются в баллах. Дисциплинарные модули, формы текущего, рубежного, промежуточного контроля и шкала баллов, по которым они оцениваются, отражены в Технологической карте дисциплины (Приложение 1).
Примерные задания контрольной работы приведены в Приложении 2.
Шкалы оценивания приведены в Приложении 3.
Перечень заданий для самостоятельной работы студентов представлен в Приложении 4.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**6.1. Рекомендуемая литература**

| 6.1.1. Основная литература | | | |
|---|---|---|---|
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л1.1 | Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е | Программный комплекс ЛИРА-САПР: Учебное пособие | Киев-Москва 2013 |
| Л1.2 | Говорский А.Э. | Имитация в учебной САПР телекоммуникационных сетей | |
| **6.1.2. Дополнительная литература** | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Кондаков А.И. | САПР технологических процессов: Учебник для студентов вузов | М.: Издательский Дом "Академия" 2007 |
| Л2.2 | Стемпковский А. | Микроэлектронный САПР: вчера, сегодня, завтра | |
| **6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"** | | | |
| Э1 | IPR-books | | http://www.iprbooks.ru/ |
| Э2 | Журналы>Физика и техника полупроводников | | http://www.ioffe.ru/ |
| Э3 | Semiconductor Science and Technology | | http://www.iop.org/EJ/ |
| Э4 | Аморфные и стеклообразные полупроводники | | http://nature.web.ru/db/msg/html?mid=1168417 |

| 6.3. Перечень информационных и образовательных технологий | |
|---|---|
| **6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии** | |
| 6.3.1.1 | Традиционные образовательные технологии – технологии, ориентированные прежде всего на сообщение знаний и способов действий, передаваемых учащимся в готовом виде и предназначенных для воспроизводящего усвоения. Предполагают, что педагог является единственным инициативно действующим лицом учебного процесса. К ним могут быть отнесены лекции, семинары, лабораторные работы репродуктивного типа и т.д. |
| 6.3.1.2 | Инновационные образовательные технологии – занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышления и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К формам интерактивных лекций, применяемых в рамках дисциплины, относятся: лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций. |
| 6.3.1.3 | Лекция-беседа, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей обучаемых. |
| 6.3.1.4 | Лекция-дискуссия. В отличие от лекции-беседы здесь преподаватель при изложении лекционного материала не только использует ответы слушателей на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами. |
| 6.3.1.5 | Дискуссия – это взаимодействие преподавателя и учащегося, свободный обмен мнениями, идеями и взглядами по исследуемому вопросу. Это оживляет учебный процесс, активизирует познавательную деятельность аудитории и, что очень важно, позволяет преподавателю управлять коллективным мнением группы, использовать в целях убеждения, преодоления негативных установок и ошибочных мнений некоторых обучаемых. |
| 6.3.1.6 | По ходу лекции-дискуссии преподаватель приводит отдельные примеры в виде ситуаций или кратко сформулированных проблем и предлагает студентам коротко обсудить, затем краткий анализ, выводы и лекция продолжается. |
| 6.3.1.7 | Лекция с разбором конкретных ситуаций. Данная лекция по форме похожа на лекцию-дискуссию, однако, на обсуждение преподаватель ставит не вопросы, а конкретную ситуацию. Поэтому изложение ее должно быть очень кратким, но содержать достаточную информацию для оценки характерного явления и обсуждения. Слушатели анализируют и обсуждают эти микроситуации и обсуждают их сообща, всей аудиторией. |
| 6.3.1.8 | К формам интерактивных семинаров и практических занятий, применяемых в рамках дисциплины, относятся: расчетные практические работы; подготовка презентации итогов работы в Microsoft Office Power Point. |
| **6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения** | |
| 6.3.2.1 | http://ru.wikipedia.org/wiki/Полупроводник |
| 6.3.2.2 | http://www.ioffe.ru/ (Журналы>Физика и техника полупроводников) |
| 6.3.2.3 | http://www.iop.org/EJ/ (Semiconductor Science and Technology) |
| 6.3.2.4 | http://semiconductors.report.ru/v |
| 6.3.2.5 | http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc1p/38018 |
| 6.3.2.6 | http://www.elek.oglib.ru/bls/ODD.html |
| 6.3.2.7 | http://nature.web.ru/db/msg.html?mid=1168417 |

| | |
|---|---|
| 6.3.2.8 | IPR-books.ru |
| 6.3.2.9 | Портал polpred.com |
| 6.3.2.10 | Сеть академических библиотек Кыргызстана |
| 6.3.2.11 | Единое окно доступа к образовательным ресурсам |
| 6.3.2.12 | Универсариум – открытая система электронного образования |
| 6.3.2.13 | Открытый образовательный видеопортал UniverTV.ru |
| 6.3.2.14 | Лекториум TV |
| 6.3.2.15 | Национальный открытый университет ИНТУИТ |
| 6.3.2.16 | Edward Elgar Journals&eBookst |
| 6.3.2.17 | IMF eLibrary |
| 6.3.2.18 | Intellect Journals |
| 6.3.2.19 | IOP Science |
| 6.3.2.20 | New England Journal of Medicine |
| 6.3.2.21 | Royal Society Journals |
| 6.3.2.22 | Sage Premier |
| 6.3.2.23 | Базы данных EBSCO |
| 6.3.2.24 | Мировая цифровая библиотека |
| 6.3.2.25 | Директория журналов в отрытом доступе DOAJ |
| 6.3.2.26 | База данных AGORA |
| 6.3.2.27 | База данных HINARI |
| 6.3.2.28 | База данных Института Физики |
| 6.3.2.29 | Корпоративный электронный репозиторий авторефератов диссертаций (КРАД) |
| 6.3.2.30 | Электронный каталог библиотеки КРСУ |
| 6.3.2.31 | Цифровая коллекция Книжных памятников Кыргызстана |
| 6.3.2.32 | Новая  литература Кыргызстана |
| 6.3.2.33 | Виртуальная научная библиотека КР |

| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 7.1 | лекционная аудитория на 80 посадочных мест (корпус 3 аудитория 407); |
| 7.2 | аудитории для проведения практических и семинарских занятий (корпус 3 аудитория 411, 413); |
| 7.3 | компьютерные классы (с подключением к Интернет-сети) для индивидуальной самостоятельной работы студентов, подготовки домашних заданий, презентаций, письменных работ (корпус 3 аудитория 413,411); |
| 7.4 | комплекс мультимедийного оборудования (компьютер, проектор и экран) для проведения лекций и презентаций; |
| 7.5 | социальные сети, мессенджер, электронная почта; |

| | |
|---|---|
| 7.6 | Наглядные пособия: ПСЭ Д.И.Менделеева; стандартные данные к физико-технологическим структурам; |
| 7.7 | Общие стенды: полупроводниковые приборы. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендации по организации самостоятельной работы студента.

1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.
Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:
Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.
Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.
Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.
Подготовка к практическому занятию – 2 часа.
Всего в неделю – 3 часа 30 минут.

2. Описание последовательности действий студента.
Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:
1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).
3. В течение недели выбрать время (1час) для работы с рекомендуемой литературой в библиотеке.
4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

3. Рекомендации по работе с литературой.
Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

4. Советы по подготовке к рубежному и промежуточному контролям.
При подготовке к промежуточному контролю нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

5. Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами, по выполнению домашних заданий.
При выполнении домашних заданий необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к расчетам и сделать качественный вывод.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Технологическая карта дисциплины (6 семестр)**

| | |
|---|---|
| Дисциплина: | Основы проектирования электронной компонентной базы |
| Направление/профиль: | Электроника и наноэлектроника |
| Группа: | ЕЭН |
| Курс/семестр: | 3/6 |
| Количество кредитов (ЗЕ): | 3 |
| Отчетность: | Зачет с оценкой |
| Преподаватель: | Козубай Искендер |

| Название модулей дисциплины согласно РПД | Контроль | Форма контроля | Зачетный минимум | Зачетный максимум | График контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Модуль 1 | | | |
| Модуль 1. Цели и задачи дисциплины. Роль и место в электронике и микроэлектронике. | Текущий контроль | Проверка отчета по определению параметров транзистора | 8 | 14 | 29 |
| | Рубежный контроль | Контрольная работа №1 | 4 | 7 | |
| | | Модуль 2 | | | |
| Модуль 2. Структура интегральных схем. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании ИС. | Текущий контроль | Проверка СРС на Proteus | 8 | 16 | 35 |
| | Рубежный контроль | Контрольная работа №2 | 4 | 7 | |
| | | Модуль 3 | | | |
| Модуль 3. Особенности автоматизированного проектирования. | Текущий контроль | Проверка отчета | 12 | 17 | 40 |
| | Рубежный контроль | Итоговая контрольная работа | 4 | 9 | |
| Всего за семестр | | | 40 | 70 | |
| Промежуточный контроль (Зачёт с оценкой) | | | 20 | 30 | |
| Семестровый рейтинг по дисциплине | | | 60 | 100 | |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

## Контрольная работа №1. Полупроводниковый диод

### Теоретическое введение

Полупроводниковый диод это простейший электропреобразовательный прибор с одним *p-n* переходом и двумя электрическими выводами. В основе работы диода лежат процессы, возникающие в *p-n* переходе. В них используются вентильные свойства ВАХ *p-n* перехода.

Вольтамперная характеристика (ВАХ) диода несколько отличается от ВАХ *p-n* перехода в силу присутствия падения напряжения, возникающего при протекании тока через толщу слоев. Внешне характеристики схожи.

Обозначение диодов на функциональной схеме зависит от их назначения: силовой (выпрямительный) диод, опорный диод, импульсный диод, туннельный диод, светодиод, фотодиод и пр. Например, силовой диод

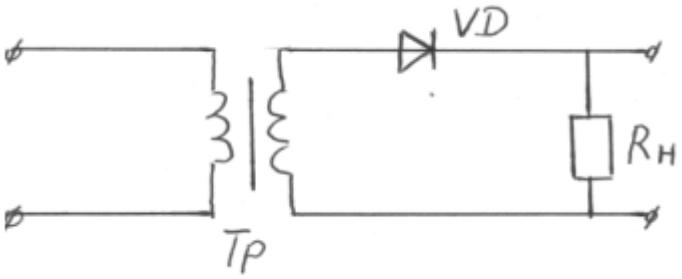



Рисунок 1.1 – Схема включения силового диода

Если приложить к диоду разность потенциалов U, то величину полного тока диода можно определять по следующей приближённой формуле:

$$I \approx I_0\left(e^{\pm\frac{qU}{kT}} - 1\right), \qquad (1.1)$$

где:

$I_0$ – ток насыщения, [А];

q– заряд электрона, [К];

k – постоянная Больцмана, [Дж/К];

T – абсолютная температура;

U – напряжение, приложенное к диоду («плюс» соответствует прямому напряжению, «минус» соответствует обратному напряжению), [В].

***Пример 1.1.*** Германиевый силовой диод имеет обратный ток насыщения I0=1 мкА, а кремниевый с такими же размерами – $I_0=10^{-8}$ А. Вычислить и сравнить прямые напряжения на диодах при Т=300 К, если через каждый диод протекает прямой ток в 100 мА.

*Решение*

Ток диода определяется по формуле (1.1).

Тогда:

*Для германиевого диода:*

$$100 \cdot 10^{-3} = 10^{-6} e^{1.6 \cdot 10^{-19} U / 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}$$

Отсюда $U \approx 300$ мВ. *Для кремниевого диода:*

при $I0 = 10–8$ А , а $U \approx 417{,}5$ мВ.

***Пример 1.2.*** Определить сопротивление германиевого диода постоянному току $R0$ и его дифференциальное сопротивление $r$диф.

*Решение*

Ток диода при прямом напряжении $U = 300$ мВ можно найти по формуле (1.1). Очевидно, он будет равен 100 мА. Тогда сопротивление диода постоянному току:

R0=U/I= 300 /100=3 Ом

Вычислим дифференциальное сопротивление, используя формулу:

$$1 / r_{диф} = \frac{dI}{dU} = I_0 \left( \frac{q}{kT} \right) e^{qU/kT} = 10^{-6} \cdot 38{,}6 \cdot e^{38{,}6 \cdot 0{,}3} = 4{,}13 .$$

$$\text{Откуда} \quad r_{диф} = 1/4{,}13 \approx 0{,}25 \text{ Ом}.$$

***Пример 1.3.*** В германиевом диоде при Т=300 К обратный ток насыщения I0=1 мА. Определить напряжение на диоде, если прямой ток равен 100 мА.

*Решение:*

Из уравнения ВАХ перехода (1.1) имеем

$$I / I_0 = e^{qU/kT} - 1.$$

Логарифмируя и решая это уравнение относительно $U$, получаем:

$$U = \frac{kT}{q}\ell n(\mathrm{I}/\mathrm{I}_0 + 1)$$

При $T$=300К $\quad U = 0{,}026\ell n\left(10^{-1}/10^{-6} + 1\right) \approx 0{,}30$В.

***Пример 1.4.*** Определить, во сколько раз увеличивается обратный ток насыщения сплавного *p-n*-перехода диода, если температура его увеличивается от 20 $^0$С до 80 $^0$С.

*Решение*

Зависимость обратного тока насыщения от температуры выражается уравнением:

$$I_0 = kT^m e^{U_{до}/(\eta\varphi_T)},$$

где $E_{до} = qU_{до}$ – ширина запрещённой зоны при $T$=0 К;

$\varphi_т = kT/q$ – температурный потенциал.

Известно, что:

- для германия $\eta$=1, m=2, $U_{до}$= 0,785 В;
- для кремния $\eta$=2, m=1,5, $U_{до}$=1,21 В.

Следовательно, для *германия* обратный ток насыщения:

$$I_0 = kT^2 e^{-0{,}785/\varphi_T}$$

При Т=80 $^0$С (или Т=353 К) $\quad \varphi_T = 353/11600 = 0{,}0304$В.

Таким образом, $I_{0(80)} = k(353)^2 e^{-0,785/0,0304}$ А.

При Т=20 $^0$С (или Т=293 К) $\varphi_T = 293/11600 = 0,0253$В.

$$I_{0(20)} = k(293)^2 e^{-0,785/0,0253}$$

Следовательно, $\left(\frac{I_{0(80)}}{I_{0(20)}}\right) = \frac{k(353)^2 e^{-0,785/0,0304}}{k(293)^2 e^{-0,785/0,0253}} = 263$

Для *кремниевого* диода $I_0 = kT^{1,5} e^{-1,21/2\varphi_T}$.

При Т=80 $^0$С (или Т=353 К) $\varphi_T = \frac{353}{11600} = 0,0304$ В.

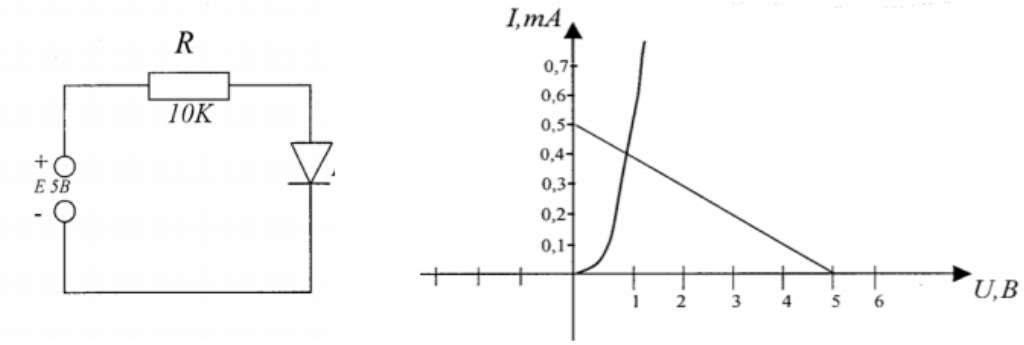
$$I_{0(80)} = k(353)^{1,5} e^{-1,21/2\cdot 0,0304}$$

При Т=20 $^0$С (или Т=293 К)

Следовательно, $\frac{I_{0(80)}}{I_{0(20)}} = \frac{k(353)^{1,5} e^{-1,21/0,0608}}{k(293)^{1,5} e^{-1,21/0,0506}} \approx 72,$

т.е. кремниевый диод меньше подвержен температурным изменениям.

***Пример 1.5.*** Определить ток диода I с идеализированной ВАХ, текущий в цепи, показанной на рисунке 1.2, а, если E=5 В, R=10 кОм, обратный ток насыщения $I_0 = 10^{-8}$ А.




а) б)

Рисунок 1.2 – Исходные данные к задаче

*Решение*

Воспользуемся графоаналитическим способом. Используя значение $I_0 = 10^{-8}$ А и задаваясь напряжением диода, построим вначале ВАХ диода в соответствие с уравнением (1.1). ВАХ диода показана на рисунке 1.2 б.

Согласно уравнению (1.1):

$$I \approx I_0 e^{qu/kT} .$$

На том же графике построим нагрузочную прямую, используя уравнение $I = (E - U)/R.$ Координаты нагрузочной прямой:

- при U=0, $I = E/R = 5 \cdot 10^{-4} A = 0.5$ мА;
- при I=0, $U = E$ В.

Точка пересечения нагрузочной прямой с ВАХ даёт решение задачи.

Из построения следует, что $I \approx 0.4$ мА.

***Контрольное задание № 1***

Определить выходное напряжение ($U_{вых}$) в схеме, приведенной на рисунке 1.3, согласно таблицы 1.1, если к идеальному диоду, работающему при Т=300 К, приложено: а) обратное напряжение; б) прямое напряжение.

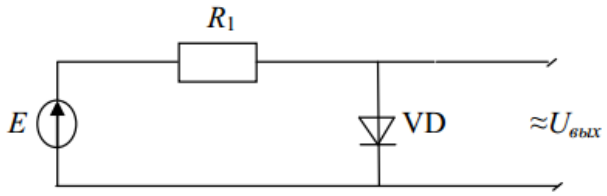



Рисунок 1.3 – Схема к задаче

Таблица 1.1 – Исходные данные для выполнения контрольного задания № 1

| № варианта | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_0$, мА | 100 | 200 | 50 | 70 | 150 | 120 | 110 | 90 | 80 | 160 |
| $R_1$, кОм | 10 | 30 | 2 | 5 | 40 | 12 | 15 | 7 | 10 | 15 |
| E, В | 30 | 10 | 20 | 40 | 50 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |

## Контрольная работа №2. Транзисторный усилитель.

### *Теоретическое введение*

Усилители это устройства, предназначенные для усиления электрических сигналов. Процесс усиления основан на преобразовании энергии источника

постоянного напряжения в энергию переменного напряжения (в выходной цепи) за счет изменения сопротивления по закону входного сигнала. Уровни постоянных составляющих тока и напряжения выходного сигнала определяют режим покоя усилительного каскада. Наибольшее распространение нашли усилители на полупроводниковых приборах. В зависимости от характера нагрузки различают усилители по току, напряжению, мощности, хотя в любом случае все усилители являются усилителями мощности.

Как правило, схема усилителя состоит из нескольких каскадов, каждый из которых выполняет свои функции. Соединение каскадов осуществляется либо по переменной составляющей, либо гальванически, когда с выхода предыдущего каскада на вход последующего каскада передается и постоянная, и переменная составляющие сигнала.

Одной из наиболее важных характеристик усилительного каскада является передаточная или переходная характеристика, которая устанавливает связь между входными и выходными параметрами сигнала.

Режимы работы усилительного каскада определяют по положению рабочей точки на переходной характеристике при работе каскада, т.е. в динамике.

Усилительный каскад (УК) может работать:

- в режиме А (рабочая точка располагается на линейном участке);
- в режиме В (рабочая точка располагается в начале координат);
- в режиме А-В (рабочая точка располагается между началом координат и началом участка характеристики, соответствующей линейной зависимости);
- в режиме С (рабочая точка располагается в зоне отсечки);
- в режиме Д (рабочая точка располагается в зоне насыщения).

***Пример 1.9.*** В однокаскадном усилителе в качестве элемента управления выбран биполярный транзистор *p-n-p* типа ГТ322А, включенный в схему с общим эмиттером как показано на рисунке 1.7. Статические характеристики этого транзистора показаны на рисунке 1.8. Выполнить графо-аналитический расчёт усилительного каскада при Ек=12 В, Rн=1 кОм, Iб=150 мкА, Imб=50 мкА.

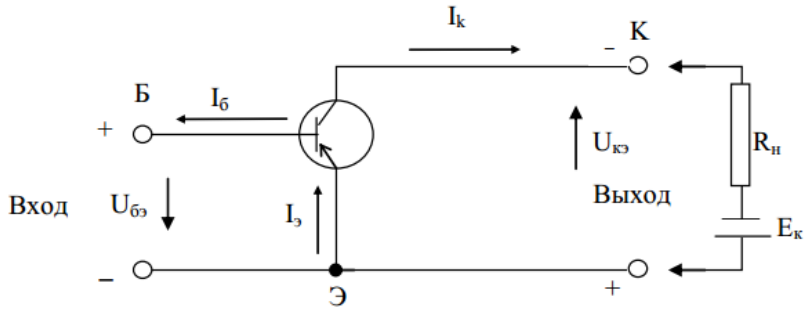



Рисунок 1.7 – Схема однокаскадного усилителя

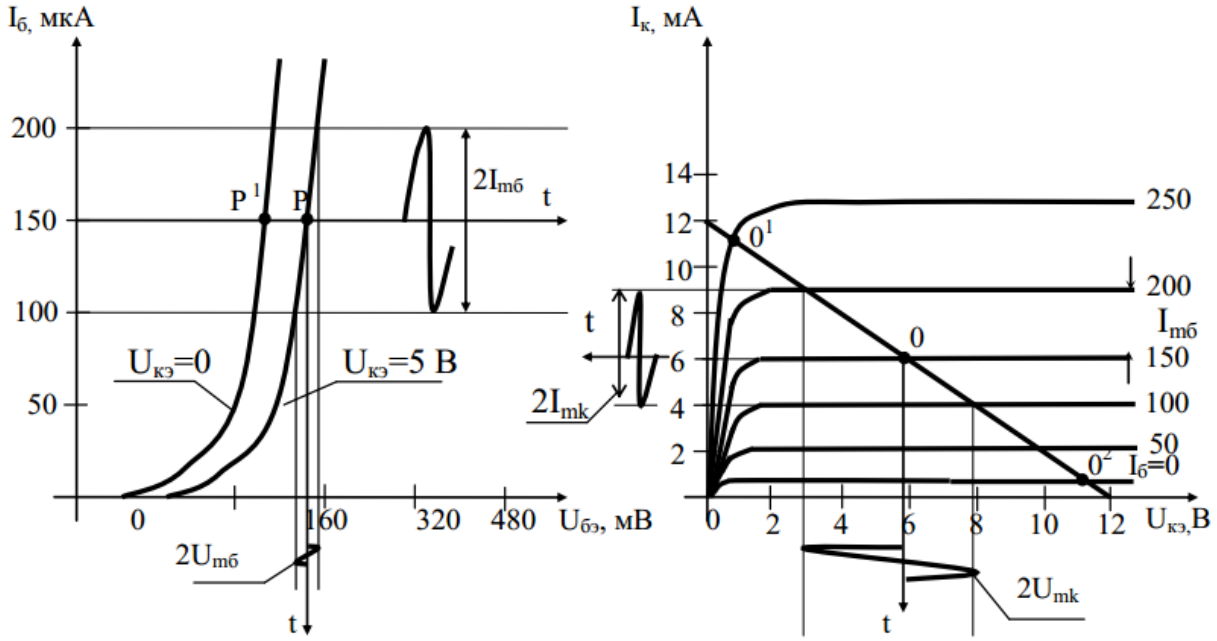



Рисунок 1.8 – Семейства входных и выходных ВАХ транзистора

*Решение*

По заданным статическим характеристикам транзистора можно выполнить следующие графо-аналитические расчёты:

- *построить линию нагрузки*: координаты нагрузочной прямой находят из уравнения $E_k = I_k \cdot R_н + U_{кэ}$ .

Откуда $I_k = \dfrac{E_k - U_{кэ}}{R_н}$.

При $U_{кэ} = 0$, $I_k = \dfrac{E_k}{R_н} = 12$ мА; при $I_k = 0$, $U_{кэ} = E_k = 12$ В.

- *построить временные диаграммы токов и напряжений*: рабочий режим каскада соответствует точке **0** на выходных характеристиках и точке **P** на входной характеристике, изображенной на рисунке 1.8. При этом необходимо соблюдать одинаковый масштаб времени.

- *рассчитать для линейного режима входное сопротивление, коэффициенты усиления* по току ($K_I$), *напряжению* ($K_U$) *и мощности* ($K_P$):

$$R_{BX} = \frac{U_{т.БЭ}}{I_{тБ}} = \frac{35 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} = 0{,}7\,\text{кОм}; \quad K_U = \frac{U_{тКЭ}}{U_{тБЭ}} = \frac{2{,}8}{35 \cdot 10^{-3}} = 80;$$

$$K_I = \frac{I_{тК}}{I_{тБ}} = \frac{2{,}7 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-6}} = 54; \qquad K_P = K_U \cdot K_I = 54 \cdot 80 = 4320;$$

- *определить полезную мощность в нагрузке* $P_H$ *и мощность* $P_K$, *рассеиваемую на коллекторе*:

$$P_H = \frac{I_{тК}^2}{2} \cdot R_H = \frac{(2{,}7 \cdot 10^{-3})^2}{2} \cdot 10^3 = 36\,\text{мВт}; \; P_K = I_K \cdot U_{КЭ} = 6{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot 5{,}3 = 35{,}5\,\text{мВт}.$$

***Зависимости между токами и напряжениями четырехполюсника***

Зависимости между переменными составляющими токов и напряжений на входе и на выходе электронного компонента – четырехполюсника (например, биполярный транзистор) можно представить шестью вариантами уравнений, содержащими Y-, Z-, H-, G-, A-, B-параметры:

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11}; Y_{12} \\ Y_{21}; Y_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11}; Z_{12} \\ Z_{21}; Z_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11}; H_{12} \\ H_{21}; H_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}; G_{12} \\ G_{21}; G_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}; A_{12} \\ A_{21}; A_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} U_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11}; B_{12} \\ B_{21}; B_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} U_1 \\ -I_1 \end{bmatrix} \qquad (1.4)$$

Например, если эти токи зависят только от двух напряжений, то будет иметь место следующая зависимость:

$$\begin{cases} I_1 = f_1(U_1, U_2) \\ I_2 = f_2(U_1, U_2) \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} I_1 = Y_{11}U_1 + Y_{12}U_2 \\ I_2 = Y_{21}U_1 + Y_{22}U_2 \end{cases} \qquad (1.5)$$

$h_{21} = \left.\frac{I_2}{I_1}\right|_{U_2=0}$ – коэффициент передачи тока при коротком замыкании выходной цепи;

$h_{22} = \left.\frac{I_2}{U_2}\right|_{I_1=0}$ – выходная проводимость в режиме холостого хода во входной цепи.

Параметры Z, G, A, B определяются аналогично выражениям (1.6) и (1.7).

***Пример 1.10.*** Определить Y-параметры для заданного четырехполюсника, приведенного на рисунке 1.9.

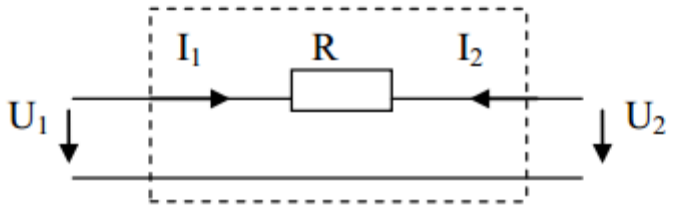



Рисунок 1.9 – схема четырехполюсника к задаче

*Решение*

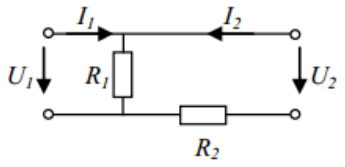
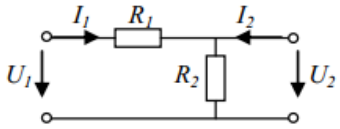
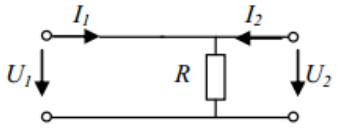
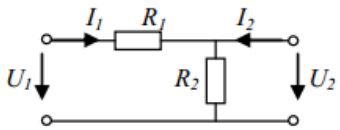
Согласно выражениям (1.7) определим для данного четырехполюсника значения Y-параметров:

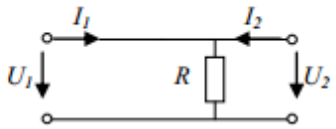
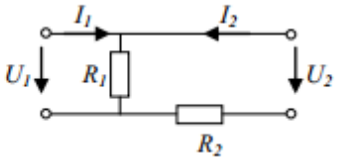
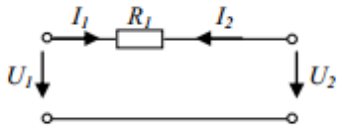
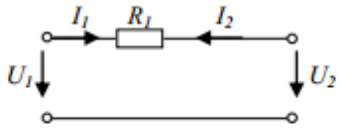
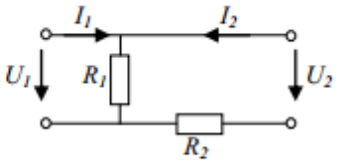
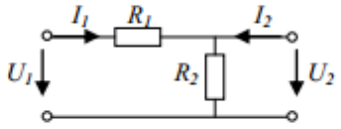
$$Y_{11}=\frac{I_1}{U_1}\Big|_{U_2=0}=\frac{1}{R},\ Y_{12}=\frac{I_1}{U_2}\Big|_{U_1=0}=-\frac{1}{R},\ Y_{21}=\frac{I_2}{U_1}\Big|_{U_2=0}=-\frac{1}{R},\ Y_{22}=\frac{I_2}{U_2}\Big|_{U_1=0}=\frac{1}{R}.$$

***Контрольное задание № 2***

Определить параметры заданного четырехполюсника в соответствии с вариантом задания, приведенным в таблице 2.

Таблица 2– Исходные данные для выполнения контрольного задания № 2

| № варианта | Схема четырехполюсника | Система уравнений | Определяемый параметр |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 |  | $\begin{cases}U_1=f(I_1,I_2)\\U_2=f(I_1,I_2)\end{cases}$ | $\begin{bmatrix}Z_{11};Z_{12}\\Z_{21};Z_{22}\end{bmatrix}$ |
| 2 |  | $\begin{cases}U_1=f(I_1,I_2)\\U_2=f(I_1,I_2)\end{cases}$ | $\begin{bmatrix}Z_{11};Z_{12}\\Z_{21};Z_{22}\end{bmatrix}$ |
| 3 |  | $\begin{cases}U_1=f(I_1,U_2)\\I_2=f(I_1,U_2)\end{cases}$ | $\begin{bmatrix}H_{11};H_{12}\\H_{21};H_{22}\end{bmatrix}$ |
| 4 |  | $\begin{cases}U_1=f(I_1,U_2)\\I_2=f(I_1,U_2)\end{cases}$ | $\begin{bmatrix}H_{11};H_{12}\\H_{21};H_{22}\end{bmatrix}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 |  | $\begin{cases} U_1 = f(I_1, I_2) \\ U_2 = f(I_1, I_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} Z_{11}; Z_{12} \\ Z_{21}; Z_{22} \end{bmatrix}$ |
| 6 |  | $\begin{cases} I_1 = f(U_1, I_2) \\ U_2 = f(U_1, I_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} G_{11}; G_{12} \\ G_{21}; G_{22} \end{bmatrix}$ |
| 7 |  | $\begin{cases} U_1 = f(I_1, U_2) \\ I_2 = f(I_1, U_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} H_{11}; H_{12} \\ H_{21}; H_{22} \end{bmatrix}$ |
| 8 |  | $\begin{cases} U_1 = f(I_1, I_2) \\ U_2 = f(I_1, I_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} Z_{11}; Z_{12} \\ Z_{21}; Z_{22} \end{bmatrix}$ |
| 9 |  | $\begin{cases} U_1 = f(I_1, U_2) \\ I_2 = f(I_1, U_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} H_{11}; H_{12} \\ H_{21}; H_{22} \end{bmatrix}$ |
| 10 |  | $\begin{cases} I_1 = f(U_1, U_2) \\ I_2 = f(U_1, U_2) \end{cases}$ | $\begin{bmatrix} Y_{11}; Y_{12} \\ Y_{21}; Y_{22} \end{bmatrix}$ |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**Шкала оценивания ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПРОСА (текущий контроль)**

| № | Наименование показателя | Оценка (в%) |
|---|---|---|
| 1. | Убедительность ответа | 0-10 |
| 2. | Понимание проблематики | 0-30 |
| 3. | Обоснованное привлечение специализированной терминологии (уместность и достоверность сведений) | 0-30 |
| 4. | Ключевые слова: их важность для заявленной темы, грамотное употребление, количество | 0-15 |
| 5. | Логичность и последовательность устного высказывания | 0-10 |

**Шкала оценивания для** КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (рубежный контроль)

Контрольные работы состоят из заданий с соответствующими вариантами. Последняя цифра зачетной книжки соответствует номеру варианта. За неправильного решения – 0 баллов.

| Оценка (стандартная) | Баллы |
|---|---|
| отлично | 7 |
| хорошо | 5-6 |
| удовлетворительно | 4 |
| неудовлетворительно | 0-3 |

**Шкала оценивания УСТНОГО ОПРОСА (текущий контроль):**

При оценке УСТНОГО ОТВЕТА на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.

2. Умение объяснить сущность явлений, событий процессов. Делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.

3. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.

3. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

5 баллов ставится, если студент: полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; излагает материал последовательно и правильно, с соблюдением исторической и хронологической последовательности;

4 балла ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для 85-100%, но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

3 балла ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

0 баллов ставится, если студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

**Шкала оценивания ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ (промежуточный контроль):**

| Баллы (рейтинговой оценки) | Оценка зачета с оценкой (стандартная) | Требования к знаниям |
|---|---|---|
| 27-30 | отлично | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими - видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач по формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций. |
| 23-26 | хорошо | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине. |
| 20-22 | удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| Менее 20 | неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине. |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4**

Примерные задания для самостоятельных работ:

1. Задание. Собрать схему. Написать программу: если потенциометр находится в крайнем левом положении, то светодиоды НЕ горят. При вращении ручки потенциометра вправо, количество светящихся светодиодов постепенно увеличивается. В крайнем правом положении должны светится все 5 светодиодов.

2. Соберите схему. Составьте код: при включении, микроконтроллер ждёт выбор пользователя. Затем если 1-ая кнопка была нажата, то будет светится красный светодиод, а если была нажата 2-ая кнопка, то будет светится зеленый светодиод.

3. Составьте программу: светодиод мигает с интервалом 2 секунды; если инфракрасный датчик расстояния заметил преграду, то включить звуковой сигнал немедленно, не переставая мигать светодиодом. Сигнал отключаться не должен, даже если преграда исчезнет.

4. Составьте программу: светодиод мигает с интервалом 2 секунды; если инфракрасный датчик расстояния заметил преграду, то включить звуковой сигнал немедленно, не переставая мигать светодиодом. Сигнал отключается, если преграда исчезнет. И сигнал возобновляется, если преграда появилась.

5. Задание. Собрать схему. Написать программу: если потенциометр находится в крайнем левом положении, то светодиод НЕ горит. При вращении ручки потенциометра вправо, яркость светодиода постепенно увеличивается. В крайнем правом положении должен светится второй красный светодиод.

6. Исследовать работу автогенератора на операционном усилителе, изучить основные характеристики.

7. Научится настраивать мост Вина для получения генерации синусоидального сигнала опыт настройки автогенератора.

8. Получить опыт частотного анализа четырехполюсников. Изучить частотные зависимости коэффициента передачи фильтров низких и
высоких частот.

**ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина**

**Рецензия на рабочие программы дисциплин, формирующие общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции, основной профессиональной образовательной программы Направление подготовки 11.03.04 – РФ, 690100 – КР Электроника и наноэлектроника**

**Составители:**

1. Айтимбетова А.Н. – к.ф.-м.н., зав.кафедрой физики и микроэлектроники
2. Токарев А.В. – к.ф.-м.н., доц. кафедры физики и микроэлектроники
3. Лелевкин В.М. – д.ф.-м.н., проф. кафедры физики и микроэлектроники
4. Касмамытов Н.К. – д.ф.-м.н., проф. кафедры физики и микроэлектроники
5. Кайрыев Н.Ж. – к.ф.-м.н., доц. кафедры физики и микроэлектроники
6. Календеров А.Ж. – к.ф.-м.н., доц. кафедры физики и микроэлектроники
7. Жээнбеков А.А. – к.ф.-м.н., доц. кафедры физики и микроэлектроники
8. Мироненко В.В. – старший преп. кафедры физики и микроэлектроники
9. Малкин А.А. – старший преп. кафедры физики и микроэлектроники

**Рецензенты:**

1. Хмелева И.В. – к.т.н., доц., зам.декана ЕТФ по научной работе, руководитель образовательной программы «Программная инженерия»
2. Брякин И.В. – д.т.н., проф. зав. лабораторией информационно-измерительных систем Института автоматики и информационных технологий НАН КР
3. Полыба А.Н. – директор ОсОО «SUN FIELD»

Рабочие программы дисциплин, формирующие ОПК и ПК, являются частью основной профессиональной образовательной программы высшего профессионального образования 11.03.04 – РФ, 690100 – КР Электроника и наноэлектроника.

Рабочие программы дисциплин, формирующие ОПК и ПК, имеют четкую структуру и включает все необходимые элементы:

- наименование дисциплины;
- цели освоения дисциплины;
- указание места дисциплины в структуре ОПОП;
- компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины с планируемыми результатами обучения по уровням;
- перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП;

- структура и содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов по видам учебных занятий;
- фонд оценочных средств, включающий в себя контрольные вопросы и задания промежуточного контроля (для проверки уровней обученности знать, уметь и владеть); перечень видов оценочных средств с полным банком теоретических и практических заданий для проверки текущей успеваемости (в том числе самостоятельной работы);
- перечень основной и дополнительной учебной литературы, а также методических разработок;
- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины;
- перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем;
- описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (модуля);
- технологические карты дисциплины.

Рабочие программы дисциплин, формирующие ОПК и ПК, составлены логично, структура соответствует принципу единства теоретического и практического обучения, разделы выделены дидактически целесообразно. Последовательность тем, предлагаемых к изучению, направлена на качественное усвоение учебного материала. Виды самостоятельных работ позволяют обобщить и углубить изучаемый материал и направлены на закрепление умения поиска, накопления и обработки информации.

| № п/п | Наименование дисциплины | Компе-тенции | з.е. | час |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Высшая математика | ОПК-1 | 15 | 540 |
| 2 | Физика | ОПК-1 | 10 | 360 |
| 3 | Основы трехмерного моделирования и прототипирования | ОПК-1 | 1 | 36 |
| 4 | Физика | ОПК-2 | 10 | 360 |
| 5 | Метрология, стандартизация и сертификация | ОПК-2 | 3 | 108 |
| 6 | Информатика | ОПК-3 | 3 | 108 |
| 7 | Инженерная и компьютерная графика | ОПК-3 | 3 | 108 |
| 8 | Основы трехмерного моделирования и прототипирования | ОПК-3 | 1 | 36 |
| 9 | Информатика | ОПК-4 | 3 | 108 |
| 10 | Инженерная и компьютерная графика | ОПК-4 | 3 | 108 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Информатика | ОПК-5 | 3 | 108 |
| 12 | Инженерная и компьютерная графика | ОПК-5 | 3 | 108 |
| **№ п/п** | **Наименование дисциплины** | **Компетенции** | **з.е.** | **час** |
| 13 | Введение в специальность | ПК-1 | 2 | 72 |
| 14 | Физический практикум | ПК-1 | 5 | 180 |
| 15 | Схемотехника | ПК-1 | 6 | 216 |
| 16 | Материалы электронной техники | ПК-1 | 4 | 144 |
| 17 | Основы технологии электронной компонентной базы | ПК-1 | 5 | 180 |
| 18 | Основы плазменных технологий | ПК-1 | 4 | 144 |
| 19 | Спецпрактикум по цифровой электронике | ПК-1 | 4 | 144 |
| 20 | Промышленная электроника | ПК-1 | 4 | 144 |
| 21 | Микроконтроллеры | ПК-1 | 6 | 216 |
| 22 | Основы проектирования электронной компонентной базы | ПК-1 | 3 | 108 |
| 23 | Микропроцессорные устройства | ПК-1 | 3 | 108 |
| 24 | Производственно-технологическая деятельность | ПК-1 | 3 | 108 |
| 25 | Системы автоматизированного проектирования | ПК-1 | 3 | 108 |
| 26 | Основы конструирования электронных устройств | ПК-1 | 3 | 108 |
| 27 | Оптоэлектроника | ПК-1 | 3 | 108 |
| 28 | Световые приборы | ПК-1 | 3 | 108 |
| 29 | Датчики контроля и диагностики | ПК-1 | 4 | 144 |
| 30 | Датчики контроля в интегральной схемотехнике | ПК-1 | 4 | 144 |
| 31 | Промышленная электроника | ПК-2 | 4 | 144 |
| 32 | Производственно-технологическая деятельность | ПК-2 | 3 | 108 |
| 33 | Основы правовых знаний в профессиональной деятельности | ПК-2 | 3 | 108 |
| 34 | Экология | ПК-2 | 2 | 72 |
| 35 | Метрология, стандартизация и сертификация | ПК-2 | 3 | 108 |
| 36 | Введение в специальность | ПК-3 | 2 | 72 |
| 37 | Физические основы электроники | ПК-3 | 5 | 180 |
| 38 | Физика (спец главы) | ПК-3 | 8 | 288 |
| 39 | Физический практикум | ПК-3 | 5 | 180 |
| 40 | Дискретная математика | ПК-3 | 2 | 72 |
| 41 | Основы программирования | ПК-3 | 4 | 144 |
| 42 | Численные методы и математическое моделирование | ПК-3 | 3 | 108 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 43 | Программирование на языках высокого уровня | ПК-3 | 3 | 108 |
| 44 | Физика конденсированного состояния | ПК-3 | 4 | 144 |
| 45 | Квантовая теория | ПК-3 | 4 | 144 |
| 46 | Теория функций комплексного переменного | ПК-3 | 2 | 72 |
| 47 | Линейные и нелинейные уравнения физики | ПК-3 | 3 | 108 |
| 48 | Методы математической физики | ПК-3 | 3 | 108 |
| 49 | Сетевые технологии | ПК-3 | 3 | 108 |
| 50 | Современные технологии в информатики | ПК-3 | 3 | 108 |
| 51 | Спецкурс по современным информационным технологиям | ПК-3 | 3 | 108 |
| 52 | Спецкурс по современным технологиям программирования | ПК-3 | 3 | 108 |
| 53 | Физика (спец главы) | ПК-4 | 8 | 288 |
| 54 | Физический практикум | ПК-4 | 5 | 108 |
| 55 | Схемотехника | ПК-4 | 6 | 216 |
| 56 | Твердотельная электроника | ПК-4 | 5 | 180 |
| 57 | Наноэлектроника | ПК-4 | 4 | 144 |
| 58 | Материалы электронной техники | ПК-4 | 4 | 144 |
| 59 | Теоретические основы электротехники | ПК-4 | 4 | 144 |
| 60 | Спецпрактикум по цифровой электронике | ПК-4 | 4 | 144 |
| 61 | Промышленная электроника | ПК-4 | 4 | 144 |
| 62 | Микроконтроллеры | ПК-4 | 6 | 216 |
| 63 | Микропроцессорные устройства | ПК-4 | 3 | 108 |
| 64 | Химия | ПК-4 | 3 | 108 |
| 65 | Вакуумная техника | ПК-4 | 3 | 108 |
| 66 | Электронная микроскопия | ПК-4 | 3 | 108 |
| 67 | Оптоэлектроника | ПК-4 | 3 | 108 |
| 68 | Световые приборы | ПК-4 | 3 | 108 |
| 69 | Оптические методы обработки информации | ПК-4 | 3 | 108 |
| 70 | Голограммные оптические системы и устройства | ПК-4 | 3 | 108 |
| 71 | Датчики контроля и диагностики | ПК-4 | 4 | 144 |
| 72 | Датчики контроля в интегральной схемотехнике | ПК-4 | 4 | 144 |
| 73 | Цифровая обработка сигналов | ПК-4 | 3 | 108 |
| 74 | Обработка сигналов в информационных системах | ПК-4 | 3 | 108 |

Тематика и содержание видов занятий, формирующих практические навыки, соответствует требованиям к практическому опыту и умениям, обеспечивают освоение общепрофессиональных и профессиональных

компетенций. Объем времени достаточен для усвоения указанного содержания учебного материала.

Анализ раздела рабочих программ «Материально-техническая база», позволяет сделать вывод, что образовательное учреждение располагает материально-технической базой, отвечающей современным требованиям подготовки специалистов, обеспечивает проведение всех видов лабораторных работ и практических занятий, учебной практики, предусмотренных программой. Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы включает общедоступные источники, изданные в последнее время. Перечисленные Интернет-ресурсы актуальны и достоверны.

Авторами грамотно определены формы и методы контроля, используемые в процессе текущего и промежуточного контроля.

Основные показатели оценки результата позволяют диагностировать сформированность соответствующих ОПК и ПК.

В качестве рекомендаций и замечаний можно отметить следующее: 1. ежегодно вносить корректировки в тематику докладов, рефератов, курсовых работ, презентационных материалах, с учетом меняющихся требований в электронике; 2. по отдельным дисциплинам постоянно обновлять основную литературу, также использовать электронные ресурсы; 3. по возможности предусмотреть проведение практических на профильных предприятиях, организациях, фирмах.

Представленные рабочие программы дисциплин, формирующие ОПК и ПК, являющиеся частью основной профессиональной образовательной программы высшего профессионального образования 11.03.04 – РФ, 690100 – КР Электроника и наноэлектроника содержательны, имеют практическую направленность, включают достаточное количество разнообразных элементов, направленных на развитие умственных, технических, творческих способностей обучающихся.

В целом, указанные выше рабочие программы дисциплин, обеспечивают освоение обучающихся знаниями, практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Рецензенты:

внутренний:

Зам.декана ЕТФ по научной работе, руководитель образовательной программы «Программная инженерия» Хмелева И.В. – к.т.н., доц.



внешний:

Представитель профильной организации:

Зав. лабораторией информационно-
измерительных систем Института автоматики
и информационных технологий НАН КР,
д.т.н., проф. Брякин И.В.

Согласовано:

ОсОО «SUN FIELD»
Директор Полыба А.Н.




«13» сент 2021