

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОП.04 ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА

программы подготовки специалистов среднего звена

для специальности 11.02.17 Разработка электронных  
систем и устройств

Очная форма

Владивосток 2023

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.04 Электронная техника разработана на основе Федерального государственного стандарта среднего профессионального образования для специальности 11.02.17 Разработка электронных систем и устройств, утвержденного Приказом Минпросвещения России от 02.06.2022 № 392.

Разработчик: Т.Н. Козина, преподаватель

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии

Протокол № 9 от «17» мая 2023 г.

Председатель ЦМК  Т.Н. Козина  
*подпись*

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА

### 1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Учебная дисциплина ОП.04 Электронная техника является общепрофессиональной и относится к профессиональному учебному циклу основной образовательной программы (далее ООП) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 11.02.17 Разработка электронных систем и устройств.

### 1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины, обучающиеся должны продемонстрировать результаты обучения, соотнесённые с результатами освоения ООП СПО, приведённые в таблице.

Код компетенции	Умения	Знания
ОК.1, ОК.2	У.1 определять и анализировать основные параметры электронных схем	З.1 сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах: электронно-дырочный р-п переход, контакт металл-полупроводник, переход Шотки, эффект Гана, динатронный эффект и др.
	У.2 определять работоспособность устройств электронной техники	З.2 устройство, основные параметры, схемы включения электронных приборов и принципы построения электронных схем
	У.3 производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам	З.3 типовые узлы и устройства электронной техники

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Объем образовательной программы учебной дисциплины</b>	116
в том числе:	
– теоретическое обучение	24
– практические занятия	48
– лабораторные занятия <i>(не предусмотрено)</i>	
– курсовая работа (проект) <i>(не предусмотрено)</i>	
– самостоятельная работа	40
– консультации	4
– промежуточная аттестация – дифференцированный зачёт	

## 2.2. . Тематический план и содержание:

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Физические основы полупроводниковых приборов</b>			
<b>Тема 1.1.</b> Электрофизические свойства полупроводников	Содержание учебного материала	2	ОК.1, ОК.2
	1. Зонная теория твердого тела. Зонные диаграммы диэлектрика, полупроводника, проводника. Энергетические диаграммы состояния электрона в твердом теле. Электрофизические свойства полупроводников. Внутренняя структура полупроводника. Понятие ковалентной связи и ее особенность. Свободные носители заряда в полупроводнике понятия дырки. Собственная и примесная проводимость. Получение примесной проводимости. Виды примесей, зависимость проводимости примесных полупроводников от температуры		
	Самостоятельная работа с конспектами	2	
<b>Тема 1.2.</b> Контактные и поверхностные явления в полупроводниках	Содержание учебного материала	2	ОК.1, ОК.2
	1. Основные группы электрических контактов и требования к ним. Электронно-дырочный переход и его свойства. Вольтамперная характеристика (ВАХ) р-п перехода. Понятие пробоя р-п перехода. Виды пробоя. Температурные и частотные свойства р-п перехода. Влияние температуры на ВАХ р-п перехода		
	Самостоятельная работа с конспектами	2	
<b>Раздел 2. Полупроводниковые приборы</b>			
<b>Тема 2.1.</b> Полупроводниковые диоды	Содержание учебного материала		ОК.1, ОК.2
	1. Общие сведения. Основные типы. Классификация, маркировка основных типов полупроводниковых диодов. Характеристики и параметры выпрямительных диодов, стабилитронов, варикапов. Диоды Шотки. Характеристики и параметры импульсивных, высокочастотных (ВЧ) и сверхвысокочастотных (СВЧ) диодов, туннельных диоды. Диоды Ганна. Области применения		

	Практические занятия	6	
	1. <b>Расчёт по вольтамперной характеристике диода его статического сопротивления</b> Цель занятия определить статическое и дифференциальное (динамическое) сопротивление в заданных точках ВАХ диода с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		ОК.1, ОК.2
	2. <b>Расчёт по вольтамперной характеристике диода его дифференциального сопротивления</b> Цель занятия определить статическое и дифференциальное (динамическое) сопротивление в заданных точках ВАХ диода с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	3. <b>Расчёт режима работы диода при постоянном напряжении</b> Задание включает в себя расчёт напряжений на диоде и на сопротивлении нагрузки при воздействии только постоянного напряжения с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, подготовка отчетов по практическим занятиям	4	
Тема 2.2. Биполярные транзисторы	<b>Содержание учебного материала</b>		
	1. Биполярные транзисторы. Классификация. Типы структур. Устройство, работа, обозначение. Основные способы включения (ОБ, ОЭ, ОК), особенности и характеристики этих схем включения. Входные и выходные статические характеристики. Динамический режим работы транзистора. Температурные и частотные свойства биполярного транзистора. Импульсный режим работы транзистора. Собственные шумы биполярного транзистора. Силовые транзисторы IGBT	2	ОК.1, ОК.2
	Практические занятия	6	
	4. <b>Исследование усилительного каскада с общим эмиттером</b> Цель занятия - снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик усилительного каскада с общим коллектором и их анализ		
	5. <b>Исследование усилительного каскада с общим коллектором</b> Цель занятия - снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик усилительного каскада с общим эмиттером и их анализ		
	6. <b>Исследование усилительного каскада с общей базой</b> Цель занятия - снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик усилительного каскада с общим эмиттером и их анализ		
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, подготовка отчетов по практическим занятиям	4	

<b>Тема 2.3.</b> Полевые транзисторы	Содержание учебного материала		2	
	1.	Полевые (униполярные) транзисторы. Особенность, структура, основные типы, области применения, классификация. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Устройство. Принцип работы. Основные способы включения. Характеристики и параметры. Полевые транзисторы МДП структуры с изолированным затвором: с индуцированным и встроенным каналом. Устройство. Принцип работы. МДП-транзистор как линейный четырехполюсник. Условное графическое обозначение. Силовые транзисторы MOSFET		
	Практические занятия		6	
	7.	<b>Расчёт режима работы полевого транзистора при постоянном напряжении</b> Расчёт основных параметров каскада с общим истоком с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	8.	<b>Расчёт режима работы полевого транзистора при постоянном напряжении</b> Расчёт основных параметров каскада с общим стоком с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	9.	<b>Расчёт режима работы полевого транзистора при постоянном напряжении</b> Расчёт основных параметров каскада с общим затвором с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практическим занятиям		4		
<b>Тема 2.4.</b> Тиристоры	Содержание учебного материала		2	ОК.1, ОК.2
	1.	Общие сведения. Устройство и режим работы. Основные физические процессы. Принцип действия, параметры, особенности ВАХ. Схемы включения различных типов тиристоров и особенности их работы. Условное графическое изображение и маркировка. Области применения		
	Практические занятия		2	
	10.	<b>Исследование тиристора</b> Цель занятия - изучение принципа действия тиристора; снятие и анализ его вольтамперной характеристики с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практическим занятиям		2		
<b>Тема 2.5.</b> Опто-	Содержание учебного материала		2	ОК.1, ОК.2

электронные приборы	1.	Светодиоды. Устройство. Характеристики и параметры. Применение. Обозначение. Фотоприемники. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках: Классификация. Фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор. Устройство. Характеристики и параметры. Принцип работы. Применение. Обозначение.		
	2.	Оптроны. Структурная схема оптронов. Разновидности оптронов. Принцип работы. Параметры и характеристики. Обозначение. Фототранзисторы. Оптопары		
	Практические занятия		6	
	11.	<b>Исследование схемы с фотоэлементом</b> Цель занятия - определить влияние смены освещенности на фоторезистор и на коммутацию цепи системы освещения		
	12.	<b>Исследование схемы с фотоэлементом</b> Цель занятия - определить влияние смены освещенности на фоторезистор и на коммутацию цепи системы освещения		
	13.	<b>Исследование схемы с оптопарой</b> Цель занятия - определить влияние оптопары на передачу напряжения в цепи обратной связи		
	Самостоятельная работа: оформление отчета по практическим занятиям, по справочнику поработать маркировку фото элементов		6	
<b>Раздел 3. Устройства отображения информации</b>				
<b>Тема 3.1.</b> Общие сведения об электровакуумных приборах. Электронные лампы	Содержание учебного материала		2	ОК.1, ОК.2
	1.	Классификация электровакуумных приборов. Электронная эмиссия, виды эмиссии. Модель прибора вакуумной электроники. Электронные лампы. Вакуумный диод, триод, многоэлектродные лампы. Электровакуумные микролампы. Обозначение. Устройство. Принцип работы. Параметры и характеристики. Понятие динаatronного эффекта. Области применения		
	Практические занятия			
Самостоятельная работа по теме				
<b>Тема 3.2.</b> Устройства отображения информации	Содержание учебного материала		2	ОК.1, ОК.2
	1.	Классификация. Основные параметры устройств отображения информации. Жидкокристаллические (ЖК или LCD)-мониторы. Устройство. Технические характеристики. Достоинства и недостатки типов матриц. Плазменные, светодиодные: LED, OLED-индикаторы. Устройство и принцип работы. Применение		
	Практические занятия		2	



	14.   Исследование ЖК- индикатора				
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практическим занятиям	2			
<b>Раздел 4. Аналоговая схемотехника</b>					
<b>Тема 4.1.</b> Электронные усилители. Основные свойства	Содержание учебного материала		ОК.1, ОК.2		
	1.   Общие сведения. Квалификация. Основные технические показатели усилителей. Обратные связи (ОС) в усилителе. Влияние ОС на основные показатели усилителя. Понятие устойчивости усилителя. Классы усиления: А, В, АВ, С, D. Усилительные каскады на биполярном и полевом транзисторах. Схемы, назначение элементов, сравнительный анализ. Схемы построения усилителей мощности. Многокаскадные усилители				
	Практические занятия			2	
	15.   Исследование усилителя мощности звуковой частоты				
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе	2			
<b>Тема 4.2.</b> Операционные усилители	Содержание учебного материала		ОК.1, ОК.2		
	1.   Операционные усилители. Назначение. Основные особенности, свойства и параметры идеального ОУ. Схемотехника ОУ. Особенности реальных ОУ. Типовые узлы на базе ОУ: сумматоры, вычислители, интеграторы, дифференциаторы, компараторы. Основные серии интегральных ОУ. Типовые схемы на ОУ. Широкополосные усилители. Основные требования к ним. Схема коррекции амплитудочастотной характеристики (АЧХ) и переходной характеристики. Повторители напряжения. Избирательные и резонансные усилители				
		Структура ячейки флеш-памяти. Полупроводниковые приборы с зарядовой связью			
	Практические занятия			2	
	16.   Исследование инвертирующего и неинвертирующего усилителя на ОУ				
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе	2			
<b>Тема 4.3.</b> Генераторы гармонических колебаний	Содержание учебного материала		ОК.1, ОК.2		
	1.   Генераторы напряжения синусоидальные, Основные типы: RC-, LC- генераторы, мостовой генератор Вина, кварцевые генераторы, фазовый генератор				
	Практические занятия			2	

	17.	Исследование RC-генераторов		
		Самостоятельная работа: оформление отчета по практической работе	2	
<b>Раздел 5. Импульсные и цифровые устройства</b>				
<b>Тема 5.1.</b> Электронные ключи и формирователи импульсов	<b>Содержание учебного материала</b>			
	1.	Общая характеристика импульсных устройств, параметры импульсных сигналов. Электронные ключи. Типы. Транзисторные ключи. Методы повышения быстродействия электронных ключей. Формирование импульсов. Ограничители амплитуды сигналов. Триггеры, как бистабильные ключи и формирователи импульсов. Схемы. Применение		ОК.1, ОК.2
	Практические занятия		2	
	18.	Исследование транзисторного электронного ключа		
	Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе		2	
<b>Тема 5.2.</b> Генераторы импульсных сигналов	<b>Содержание учебного материала</b>		2	ОК.1, ОК.2
	1.	Классификация импульсных генераторов. Принципы построения и работы основных типов импульсных генераторов		
	Практические занятия		2	
	19.	Исследование работы мультивибратора		
	Самостоятельная работа: оформление отчета по практической работе		2	
<b>Тема 5.3.</b> Цифровые устройства. Общие понятия	<b>Содержание учебного материала</b>			
	1.	Общие сведения о цифровых устройствах. Типы цифровых устройств. Цифровые интегральные схемы. Понятие серии. Обозначение. Основные достоинства цифровой техники	2	ОК.1, ОК.2
	Практические занятия		2	
	20.	Исследование микросхемы таймера		
	Самостоятельная работа: оформление отчета по практической работе		2	
<b>Раздел 6. Источники питания</b>				

<b>Тема 6.1.</b> Основные понятия об источниках питания	<b>Содержание учебного материала</b>			ОК.1, ОК.2
	1.	Источников питания. Классификация. Основные параметры. Функциональная схема вторичного источника питания и назначение её основных блоков. Выпрямители. Типы выпрямителей. Основные параметры. Инверторы. Преобразователи напряжения и частоты		
	Практические занятия		<b>6</b>	
	21.	<b>Исследование однополупериодного выпрямителя</b> Цель занятия – снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик однополупериодного выпрямителя и их анализ с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	22.	<b>Исследование двухполупериодного выпрямителя на двух диодах</b> Цель занятия – снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик двухполупериодного выпрямителя и их анализ с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
	23.	<b>Исследование двухполупериодного выпрямителя на четырех диодах</b> Цель занятия – снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик двухполупериодного выпрямителя и их анализ с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе		<b>6</b>		
<b>Тема 6.2.</b> Стабилизаторы напряжения и тока	<b>Содержание учебного материала</b>			ОК.1, ОК.2
	1.	Классификация стабилизаторов. Линейные стабилизаторы. Структурные схемы. Принцип работы. Импульсные стабилизаторы напряжения. Структурные схемы. Принцип работы. Основные особенности импульсных стабилизаторов. Стабилизаторы напряжения и тока в интегральном исполнении		
	Практические занятия		<b>2</b>	
	24.	<b>Исследование параметрического стабилизатора напряжения</b> Цель занятия – снятие опытным путём осциллограмм и основных характеристик параметрического стабилизатора напряжения и их анализ с помощью программы « <i>Electronics Workbench</i> »		
Самостоятельная работа: подготовка к практической работе, оформление отчета по практической работе		<b>2</b>		

<b>Консультации</b>	<b>4</b>	
<b>Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет</b>		
<b>Всего:</b>	<b>116</b>	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины предполагает наличие лаборатории

##### Лаборатория электронной техники:

рабочие место радиомонтажника 24 шт., электрооборудование к рабочим местам 12 шт, стол преподавателя 1 шт, стул 25 шт, компьютер DEPO 1 шт, паяльная станция 12 шт, стеллаж для оборудования 11 шт, измерительные приборы: осциллограф GOS – 7630FC 7 шт, осциллограф SRS – 6052A 1 шт, осциллограф С1-65 6 шт, осциллограф С1-55 3 шт, осциллограф С1-67 1шт, милливольтметр ВЗ – 38 6 шт, милливольтметр АВМ -1072 2 шт, генератор ГЗ – 102 3 шт, генератор ГЗ – 112 2 шт, генератор ГЗ – 118 1 шт, генератор ГЗ – 109 2шт, генератор Г4 – 102 4 шт, генератор Г4 153 4 шт, генератор Г4 – 151 6 шт, генератор видеосигналов АНР - 3126 4 шт, различная электронная техника и устройства, детали электромонтажных изделий

ПО: 1. Windows 8.1 (профессиональная лицензия № 45829305, бессрочно);

2. MS Office 2010 pro (лицензия № 48958910, № 47774898 , бессрочно);

3. Yandex (свободное); 4. Google Chrome (свободное); 5. Internet Explorer (свободное)

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

##### 3.2.1. Основные печатные издания

1. Агеев, И. М. Физика электронных приборов : учебное пособие / И. М. Агеев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 324 с. – ISBN 978-5-8114-5779-3.

2. Аполлонский, С. М. Основы электротехники. Практикум : учебное пособие для СПО / С. М. Аполлонский. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-6707-5.

3. Гальперин М.В. Электронная техника: учебник / М.В. Гальперин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2017. – 352 с. – (Профессиональное образование). ISBN: 978-5-8199-0176-2.

Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для СПО / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 736 с. – ISBN 978-5-8114-6756-3.

4. Прохоров, С. Г. Аналоговая электроника в приборостроении. Руководство по решению задач : учебное пособие для СПО / С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 244 с. – ISBN 978-5-8114-6831-7.

5. Рафигов, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие для СПО / Р. А. Рафигов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-6886-7.

6. Рафигов, Р. А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства : учебное пособие для СПО / Р. А. Рафигов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-8114-6801-0.

7. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для СПО / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 176 с. – ISBN 978-5-8114-6758-7.

8. Терехов, В. А. Задачник по электронным приборам : учебное пособие для СПО / В. А. Терехов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-6891-1.

##### 3.2.2. Электронные издания

1. Агеев, И. М. Физика электронных приборов : учебное пособие / И. М. Агеев. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 324 с. – ISBN 978-5-8114-5779-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/146831> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аполлонский, С. М. Основы электротехники. Практикум : учебное пособие для СПО / С. М. Аполлонский. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-6707-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/151687> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для СПО / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 736 с. – ISBN 978-5-8114-6756-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152467> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Миловзоров, О. В. Основы электроники : учебник для среднего профессионального образования / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 344 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-03249-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/450911>
5. Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для среднего профессионального образования / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. – Москва : Юрайт, 2020. – 266 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-03409-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/451175>
6. Прохоров, С. Г. Аналоговая электроника в приборостроении. Руководство по решению задач : учебное пособие для СПО / С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 244 с. – ISBN 978-5-8114-6831-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/153643> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие для СПО / Р. А. Рафиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-6886-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/153654> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Рафиков, Р. А. Электронные цепи и сигналы. Аналоговые сигналы и устройства : учебное пособие для СПО / Р. А. Рафиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-8114-6801-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152633> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для СПО / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 176 с. – ISBN 978-5-8114-6758-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152469> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Терехов, В. А. Задачник по электронным приборам : учебное пособие для СПО / В. А. Терехов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-8114-6891-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/153659> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Хамадулин, Э. Ф. Основы радиоэлектроники: методы и средства измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. Ф. Хамадулин. – Москва : Юрайт, 2020. – 365 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10396-0. – Текст : электронный

12. Шошин, Е. Л. Электроника и схемотехника : учебное пособие для СПО / Е. Л. Шошин. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 125 с. — ISBN 978-5-4488-0840-1, 978-5-4497-0538-9. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/94932>

13. Штыков, В. В. Введение в радиоэлектронику : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. В. Штыков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 228 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09209-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/452288>

14. Штыков, В. В. Введение в радиоэлектронику : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. В. Штыков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 228 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09209-7. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/452288>

15. Электроника и схемотехника : учебное пособие для СПО / В. И. Никулин, Д. В. Горденко, С. В. Сапронов, Д. Н. Резеньков. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 159 с. — ISBN 978-5-4488-0835-7, 978-5-4497-0522-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROFобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/94215>.

### **3.2.3 Дополнительные источники**

1. «РадиоЛоцман»: сайт. [Электронный ресурс]. URL: [www.rlocman.com.ru/indexs.htm](http://www.rlocman.com.ru/indexs.htm) (дата обращения: 03.09.2021).

2. RadioRadar - электронный портал: Datasheets, service manuals, схемы, электроника, компоненты, САПР, CAD. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.radioradar.net/about\\_project/index.html/](https://www.radioradar.net/about_project/index.html/).

3. Паяльник: сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cxem.net>.

4. РадиоБиблиотека: сайт [Электронный ресурс]. – URL: [http://radiomurlo.narod.ru/HTMLs/RADIO\\_схему.html](http://radiomurlo.narod.ru/HTMLs/RADIO_схему.html).

Российский промышленный портал [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rosportal.ru/>.

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИ- ПЛИНЫ

**Контроль и оценка** результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, контрольных работ, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, докладов, рефератов.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>уметь:</b>	
- определять и анализировать основные параметры электронных схем	практические занятия, экспертное наблюдение и оценка результатов
- определять работоспособность устройств электронной техники	практические задания, выполнение и защита индивидуальных работ, экспертное наблюдение и оценка результатов
- производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам	практические занятия, экспертное наблюдение и оценка результатов
<b>знать:</b>	
- сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах: электронно-дырочный p-n переход, контакт металл-полупроводник, переход Шотки, эффект Гана, диодный эффект и др.	Устный опрос. Тестирование. Подготовка доклада и презентации по заданной теме. Анализ результатов выполнения самостоятельной работы
- устройство, основные параметры, схемы включения электронных приборов и принципы построения электронных схем	
- типовые узлы и устройства электронной техники	



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## **Контрольно-оценочные средства**

для проведения текущего контроля и промежуточной атте-  
стации по учебной дисциплине  
**ОП.04 ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА**

программы подготовки специалистов среднего звена  
11.02.17 Разработка электронных систем и устройств

Форма обучения очная

Владивосток 2023


Контрольно-оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.04 Электронная техника разработаны в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 11.02.17 Разработка электронных систем и устройств, утвержденного Приказом Минпросвещения России от 02.06.2022 № 392.

Разработана:

Т.Н. Козина, преподаватель высшей квалификационной категории Колледжа сервиса и дизайна ВВГУ

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой методической комиссии

Протокол № 9 от « 17 » мая 2023 г.

Председатель ЦМК  Т.Н. Козина  
*подпись*

## 1 Общие сведения

Контрольно-оценочные средства (далее – КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.04 Электронная техника.

КОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине, которая проводится в форме экзамена (с использованием оценочного средства - устный опрос в форме ответов на вопросы, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных заданий, тестирование и т.д.)

## 2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

Код ОК	Код результата обучения	Наименование результата обучения
ОК.1, ОК.2	3.1	сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах: электронно-дырочный p-n переход, контакт металл-полупроводник, переход Шотки, эффект Гана, динаatronный эффект и др.
	3.2	устройство, основные параметры, схемы включения электронных приборов и принципы построения электронных схем
	3.3	типовые узлы и устройства электронной техники
	У1	определять и анализировать основные параметры электронных схем
	У2	определять работоспособность устройств электронной техники
	У3	производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам

## 3 Соответствие оценочных средств контролируемым результатам обучения

### 3.1 Средства, применяемые для оценки уровня теоретической подготовки

Краткое наименование раздела (модуля) / темы дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Тема 1- 9	3.1	сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах: электронно-дырочный p-n переход, контакт металл-полупроводник, переход Шотки, эффект Гана, динаatronный эффект и др.	Устный опрос пункт 5.1, вопросы (14, 43, 48, 49, 50, 52, 53, 73, 82)	пункт 6.1, вопросы (14, 43, 48, 49, 50, 52, 53, 73, 82)
	3.2	устройство, основные параметры, схемы включения электронных приборов и принципы построения электронных схем	Устный опрос пункт 5.1, вопросы (1-4, 8-13, 17, 19-30)	пункт 6.1, вопросы (1-4, 8-13, 17, 19-30)

Краткое наименование раздела (модуля) / темы дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
	3.3	типовые узлы и устройства электронной техники	Устный опрос пункт 5.1, вопросы (4, 8, 17, 19, 20, 28, 29)	пункт 6.1, вопросы (4, 8, 17, 19, 20, 28, 29)
Тема 1 - 9	У1	Способность определять и анализировать основные параметры электронных схем	Подготовка к практическим занятиям	пункт 5.2 Практические занятия 1- 10
	У2	Способность определять работоспособность устройств электронной техники		
	У3	Способность производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам		

### 3.2 Средства, применяемые для оценки уровня практической подготовки

Краткое наименование раздела (модуля) / темы дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Тема 3 - 7 Практическое занятие № 1 - 10	32	Способность оценить принципы включения электронных приборов и построения электронных схем	Письменный отчет по практическому занятию	пункт 5.2 Практические занятия 1- 10
	3.3	Способность находить типовые узлы и устройства электронной техники		
	У3	Способность производить подбор элементов электронной аппаратуры по заданным параметрам		
	У2	Способность определять работоспособность устройств электронной техники		
Тема 1- 2, 8, 9 Собеседование	31	Способность различать сущность физических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах		пункт 6.1 вопросы на собеседование 1 -83

Краткое наименование раздела (модуля) / темы дисциплины	Код результата обучения	Показатель овладения результатами обучения	Наименование оценочного средства и представление его в КОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
	У1	Способность определять и анализировать основные параметры электронных схем и по ним определять работоспособность устройств электронной техники		

#### **4 Описание процедуры оценивания**

Уровень образовательных достижений обучающихся по дисциплине оценивается по четырём бальной шкале оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущая аттестация по дисциплине проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, качество выполнения самостоятельной работы, учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом. Оценка на зачете выставляется с учетом оценок, полученных при прохождении текущей аттестации.

##### **Критерии оценивания устного ответа**

(оценочные средства: собеседование, устное сообщение)

**5 баллов** - ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**4 балла** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**3 балла** – ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**2 балла** – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

##### **Критерии оценивания письменной работы**

(оценочные средства: конспект, контрольная работа, доклад (сообщение), в том числе выполненный в форме презентации).

**5 баллов** - студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Проблема раскрыта полностью, выводы обоснованы. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент владеет навыком самостоятельной работы по заданной теме; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**4 балла** - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Проблема раскрыта. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

**3 балла** – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

**2 балла** - работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Проблема не раскрыта. Выводы отсутствуют. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

#### Критерии оценивания тестового задания

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Количество правильных ответов	91 % и $\geq$	от 81% до 90,9 %	не менее 70%	менее 70%

#### Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене

(оценочные средства: устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных разноуровневых задач и заданий)

Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика уровня освоения дисциплины
«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на итоговом уровне: обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

«не зачтено» / «неудовлетворитель- но»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже базового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части программного материала, студент допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, умения и навыки не сформированы.
--	--

## 5. Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

### 5.1 Вопросы для собеседования (устного опроса):

1. Полупроводниковый стабилитрон, схема включения, способы проверки.
2. Схема дифференциального усилителя, назначение, достоинство, способы проверки.
3. Варикап, схема включения, способы проверки.
4. Схема RC-генератора, способы проверки, с помощью чего изменяется частота.
5. Биполярный транзистор, принцип протекания тока через него, способы проверки.
6. Схема питания и стабилизации режима работы транзистора, способы проверки
7. Полевые транзисторы, способы проверки.
8. Выпрямитель с удвоением напряжения, схема, способы проверки.
9. Схема включения полевого транзистора, способы проверки.
10. Каскадный выпрямитель с умножением напряжения, способы проверки
11. МОП и МДП транзисторы, структура, особенности, способы проверки.
12. Схема включения биполярного транзистора с ОЭ, способы проверки.
13. Тиристоры, назначение, схема включения, виды тиристоров, способы проверки.
14. Принцип ЧМ, вид колебаний, основной параметр.
15. Полупроводниковый диод, виды диодов, способы проверки.
16. Микросхемы, технология изготовления, способы проверки.
17. Схема ЧМ-детектора, способы проверки.
18. ВАХ полупроводникового диода, способы проверки.
19. Схема усилителя работающего в режиме класса А, способы проверки.
20. Схема амплитудного модулятора, способы проверки.
21. Схема включения биполярного транзистора с ОБ, способы проверки.
22. Амплитудный детектор, схема, способы проверки.
23. Фазоинверсный каскад, способы проверки.
24. Дробный детектор, схема, назначение элементов, способы проверки.
25. Схема включения биполярного транзистора с ОК, способы проверки.
26. Цепи ВЧ и НЧ коррекции их подключение, способы проверки.
27. Частотный дискриминатор, способы проверки.
28. Схема усилителя работающего в режиме класса Б, способы проверки.
29. Схема усилителя работающего в режиме АБ, способы проверки.
30. Схема операционного усилителя, способы проверки.
31. Проверка, контроль параметров блоков питания на основе силового трансформатора.
32. Проверка, контроль параметров импульсного блока питания.
33. Проверка, контроль параметров усилителя низкой частоты.
34. Проверка, контроль параметров усилителя высокой частоты.
35. Проверка, контроль параметров преобразователя частоты.
36. Настройка входных цепей, проверка режимов работы полупроводниковых приборов.
37. Какие основные полупроводниковые диоды вы знаете?
38. Где применяют выпрямительные диоды?
39. Каковы особенности импульсных, точечных и плоскостных диодов?
40. Сравните германиевый и кремниевый диоды, пользуясь их ВАХ.
41. Каковы основные параметры выпрямительных диодов?
42. Какие участки ВАХ стабилитрона и стабилитора называют рабочими?



43. Как изменяется напряжение стабилитрона при изменении протекающего через него тока?
44. Какие свойства стабилитрона оцениваются дифференциальным сопротивлением?
45. Почему стабилитрон и стабистор плохо работают при токах, меньших минимальных токов стабилизации?
46. Каковы основные параметры стабилитрона?
47. Из каких полупроводниковых материалов изготавливают тиристоры?
48. Почему закрытое состояние тиристора устойчиво?
49. Сохранится ли открытое состояние тиристора при снятии сигнала управления?
50. Каковы преимущества бесконтактного переключения электрических цепей?
51. По какому основному параметру тиристор превосходит тириатрон?
52. Почему концентрация примеси в эмиттере значительно больше, чем в базе?
53. Почему необходимо отводить теплоту от коллекторной области транзистора?
54. Каковы особенности активного режима работы транзистора?
55. Как транзистор переводят в режим насыщения?
56. Как добиваются режима отсечки?
57. Какие электрические параметры характеризуют рабочую точку транзистора?
58. Почему ток коллектора при постоянном токе эмиттера не зависит от напряжения между коллектором и базой?
59. Почему  $h_{21Э}$  значительно больше 1?
60. Почему входное сопротивление транзистора в схеме с ОЭ больше, чем в схеме с ОБ?
61. Какие параметры транзистора, включенного с ОЭ, характеризуют рабочую точку?
62. Каков физический смысл  $h$ -параметров и при каких условиях их определяют?
63. Почему схема включения транзистора с ОЭ наиболее распространена?
64. Какие транзисторы называют полевыми?
65. Чем объясняется высокое входное сопротивление полевых транзисторов?
66. Чем отличается полевой транзистор от биполярного?
67. Каков принцип усиления сигналов с помощью полевого транзистора?
68. Где применяют полевые транзисторы?
69. Чем объясняется более высокая стабильность схемы смещения фиксированным напряжением по сравнению со схемой смещения фиксированным током?
70. Каковы принципы действия схем коллекторной и эмиттерной стабилизации?
71. В какой из схем режим каскада по постоянному току мало зависит от параметров транзистора?
72. В каком режиме окажется схема эмиттерной стабилизации при отключении резистора  $R_1$  или  $R_2$ ?
73. Зависит ли температурная стабильность схемы от тока базового делителя?
74. Каковы особенности включения транзистора с ОК?
75. Как влияет базовый делитель на входное сопротивление эмиттерного повторителя?
76. Каково назначение эмиттерных повторителей?
77. Каковы особенности построения схемы эмиттерного повторителя для передачи импульсов различной полярности?
78. Чем объясняется низкое выходное сопротивление эмиттерного повторителя?
79. Почему однотактные усилители мощности редко используют?
80. Чем объясняется экономичность двухтактных усилителей мощности, работающих в режиме В?
81. Какие параметры выходного сигнала зависят от емкости  $C_3$ ?
82. Почему при уменьшении емкости  $C_2$  увеличиваются частотные искажения в области нижних частот?
83. Как влияет режим работы усилителя на нелинейные искажения?

## 5.2 Практические занятия

### Практические занятия №1, 2. Исследование полупроводниковых диодов

**Цель работы** - снятие и анализ вольт-амперных характеристик германиевого и кремниевого диодов; определение их параметров по характеристикам

Таблица 1. Зависимость прямого напряжения полупроводниковых диодов от силы тока

Прямой ток $I_{np}$ , мА		0,0	0,2	0,5	1	5	10
Прямое напряжение $U_{np}$ , В	Ge						
	Si						

Таблица 2. Зависимость обратного тока полупроводникового диода от обратного напряжения

Обратное напряжение $U_{обр}$ , В		1	5	10	20	30
Обратный ток $I_{обр}$ , мА	Ge					
	Si					

#### Порядок выполнения работы

1. Вычертить табл. 1 и табл. 2 для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ германиевого Ge и кремниевого Si диодов.
2. Вычертить систему координат для построения прямых и обратных ветвей ВАХ (масштаб по осям:  $I_{np}$  - в 1 см 2 мА;  $U_{np}$  - в 1 см 0,1 В;  $I_{обр}$  - германиевого диода - в 1 см 5 мкА, кремниевого диода - в 1 см 0,05 мкА;  $U_{обр}$  - в 1 см 5 В).
3. Зарисовать схемы для получения ВАХ диодов.
4. Собрать схему, показанную на рис.1(а). Поочередно снять прямые ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов и занести результаты измерений в табл. 1.
5. Собрать схему, показанную на рис.1(б), поочередно снять обратные ветви ВАХ диодов и занести результаты измерений в табл. 2.
6. Пользуясь данными табл. 1 и 2, построить прямые и обратные ветви ВАХ германиевого и кремниевого диодов в координатных осях.

#### Контрольные вопросы

1. Какие основные полупроводниковые диоды вы знаете?
2. Где применяют выпрямительные диоды?
3. Каковы особенности импульсных, точечных и плоскостных диодов?
4. Сравните германиевый и кремниевый диоды, пользуясь их ВАХ.
5. Каковы основные параметры выпрямительных диодов?

### Практические занятия № 3, 4. Исследование стабилитрона и стабистора

**Цель работы** - снятие и анализ вольт-амперных характеристик кремниевых стабилитрона и стабистора; определение их параметров по характеристикам

Таблица 3 - Зависимость прямого напряжения стабилитрона от силы тока

Прямой ток $I_{np}$ , мА	0,1	0,5	1	2	3	5	8	10
Прямое напряжение $U_{np}$ , В								

Таблица 4 - Зависимость обратного напряжения стабилитрона от силы тока

Обратный ток $I_{ст}$ , мА	0,1	0,5	1	2	3	5	8	10
Обратное напряжение $U_{ст}$ , В								

Таблица 5 - Зависимость нестабильности стабилизации стабилитрона от тока стабилизации

Ток стабилизации, мА	1	2	3	5	6	8	10
Нестабильность стабилизации $\delta U_{ст}$ , мВ							

#### Порядок выполнения работы

1. Заполнить табл. 3 и 4 для снятия прямой и обратной ветвей ВАХ стабилитрона.
2. Вычертить координатные оси (рис.3) для построения прямой и обратной ветвей ВАХ (масштаб по осям:  $I_{пр}$  - в 1см 2 мА;  $U_{пр}$  - в 1см 0,1 В;  $I_{обр}$  - в 1см 2 мА;  $U_{обр}$  - в 1см 1В).
3. Заполнить табл. 5. для записи результатов измерения нестабильности напряжения стабилитрона при изменении проходящего через него тока.
4. Зарисовать исследуемые электрические схемы (см. рис. 5, а. б).
5. Собрать схему, показанную на рис.5(а). Снять прямую ветвь ВАХ стабилитрона и занести результаты измерений в табл. 3.
6. Собрать схему, показанную на рис.5(б), снять обратную ветвь ВАХ и занести результаты измерений в табл. 4.
7. Измерить нестабильность напряжения  $\delta U_{ст}$  стабилитрона при изменении проходящего через него тока и занести результаты измерений в табл. 5.
8. Построить прямую и обратную ветви ВАХ стабилитрона в координатных осях (рис. 3).
9. Рассчитать дифференциальные сопротивления стабилитрона и стабистора по формулам (1), (2).

#### Контрольные вопросы

1. Какие участки ВАХ стабилитрона и стабистора называют рабочими?
2. Как изменяется напряжение стабилитрона при изменении протекающего через него тока?
3. Какие свойства стабилитрона оцениваются дифференциальным сопротивлением?
4. Почему стабилитрон и стабистор плохо работают при токах, меньших минимальных токов стабилизации?
5. Каковы основные параметры стабилитрона?

#### Практическое занятие № 5. Исследование тиристора

**Цель работы** - изучение принципа действия тиристора; снятие и анализ его вольтамперной характеристики

Таблица 6 - Зависимость токов управления и нагрузки от прямого напряжения

Прямое напряжение $U_a$ , В	$U_{a1}$	$U_{a2}$	$U_{a3}$	$U_{a4}$
Ток управления $I_u$ , мА				
Ток нагрузки $I_a$ , мА				
Напряжение в открытом состоянии $U_{ос}$ , В				

#### Порядок выполнения работы

1. Зарисовать схему исследования тиристора (см. рис 6) и собрать ее.
2. Выполнить измерения и занести результаты в табл. 6.
3. Вычертить координатные оси (рис. 7) для построения ВАХ тиристора (масштаб по осям:  $I_a$  - в 1 см 5 мА;  $U_a$  - в 1 см 10 В).
4. Построить ВАХ тиристора в координатных осях.

#### Контрольные вопросы

1. Из каких полупроводниковых материалов изготавливают тиристоры?
2. Почему закрытое состояние тиристора устойчиво?

3. Сохранится ли открытое состояние тиристора при снятии сигнала управления (проверить экспериментально)?
4. Каковы преимущества бесконтактного переключения электрических цепей?
5. По какому основному параметру тиристор превосходит тиратрон?

**Практические занятия № 6 Исследование биполярного транзистора, включенного с общей базой**

**Цель работы** - снятие и анализ входных и выходных характеристик транзистора, включенного с ОБ; определение по ним  $h$ -параметров

Таблица 7 - Зависимость тока эмиттера от напряжения эмиттер-база

Ток эмиттера $I_E$ , мА		0,1	0,2	0,5	1	2	10
Напряжение эмиттер — база $U_{ЭБ}$ В, при $U_{КБ} = \text{const}$	0						
	1						
	10						

Таблица 8 - Зависимость напряжения коллектор-база от тока коллектора

Напряжение коллектор — база $U_{КБ}$ , В		1	2	5	10
Ток коллектора $I_K$ , мА, при $I_E = \text{const}$	0				
	1				
	2				
	4				
	6				
	8				
	10				

Таблица 9 - Параметры транзистора

Параметр	$h_{11б}$	$h_{12б}$	$h_{21б}$	$h_{22б}$
Значение				

Таблица 10 - Электрические параметры транзистора в рабочей точке

Параметр	$I_E$ р.т., мА	$U_{ЭБ}$ р.т., В	$I_K$ р.т., мА	$U_{КБ}$ р.т., В
Значение				

**Порядок выполнения работы**

1. Вычертить табл. 7. и 8. для снятия входных и выходных характеристик транзистора.
2. Вычертить координатные оси (рис. 15. а, б) для построения входных и выходных характеристик транзистора (масштаб по осям:  $I_E$  и  $I_K$  - в 1 см 2 мА;  $U_{ЭБ}$  - в 1 см 0,1 В;  $U_{КБ}$  - в 1 см 1 В).
3. Заполнить табл. 9 и 10  $h$ -параметров транзистора и его электрических параметров в рабочей точке.
4. Зарисовать схему для снятия ВАХ транзистора (рис 9.) и собрать ее.
5. Снять входные и выходные характеристики транзистора и занести результаты измерений в табл. 7, 8.
6. Построить входные и выходные характеристики в координатных осях.
7. Выбрать по указанию преподавателя рабочую точку и нанести ее на входные и выходные характеристики.
8. Выполнить построения на входных и выходных характеристиках для определения  $h$ -параметров транзистора, рассчитать их и занести результаты в табл. 9.
9. Занести электрические параметры транзистора в рабочей точке в табл. 10.

**Контрольные вопросы**

1. Почему концентрация примеси в эмиттере значительно больше, чем в базе?

2. Почему необходимо отводить теплоту от коллекторной области транзистора?
3. Каковы особенности активного режима работы транзистора?
4. Как транзистор переводят в режим насыщения?
5. Как добиваются режима отсечки?
6. Какие электрические параметры характеризуют рабочую точку транзистора?
7. Почему ток коллектора при постоянном токе эмиттера не зависит от напряжения между коллектором и базой?

**Практические занятия № 7. Исследование биполярного транзистора, включенного с общим эмиттером**

**Цель работы** - снятие и анализ входных и выходных характеристик транзистора, включенного с ОЭ; деление по ним его h-параметров

Таблица 11 - Зависимость напряжения база-эмиттер от тока базы

Ток базы $I_b$ , мкА		50	100	200	300	400	500
Напряжение база - эмиттер $U_{бэ}$ В, при $U_{кэ} = \text{const}$	0						
	1						
	5						

Таблица 12 - Зависимость напряжения коллектор-эмиттер от тока коллектора

Напряжение коллектор — эмиттер $U_{кэ}$ , В		0.1	0,5	1	5	10
Ток коллектора $I_k$ , мА, при $I_b = \text{const}$ , мкА	50					
	100					
	200					
	300					
	400					

Таблица 13 - Параметры транзистора в разных режимах

Режим	Параметр			
Отсечки (р.т.1)	$I_b$	$U_{бэ}$	$I_k$	$U_{кэ}$
Насыщения (р.т.2)				
Активный (р.т.3)				

Таблица 14 - Параметры транзисторов, включенных по схеме с ОБ и ОЭ

Схема	Параметр			
	$h_{11}$	$h_{12}$	$h_{21}$	$h_{22}$
С общей базой				
С общим эмиттером				

**Порядок выполнения работы**

1. Заполнить табл. 11. и 12. для получения входных и выходных характеристик транзистора и координатные оси (рис. 20.) для их построения (масштаб по осям:  $I_b$  - в 1 см 0,1 мА;  $U_{бэ}$  - в 1 см 0,1 В;  $I_k$  - в 1 см 4 мА;  $U_{кэ}$  - в 1 см 2 В).
2. Заполнить табл. 13. для записи электрических параметров транзисторов в трех режимах его работы.
3. Заполнить табл. 14. для записи h-параметров транзистора, включенного с ОБ (см. выше) и ОЭ.
4. Зарисовать схему снятия входных и выходных характеристик транзистора (см. рис 14.) и собрать ее.

5. Снять входные и выходные характеристики и результаты измерений занести в табл. 11. и 12.
6. Построить входные и выходные характеристики в координатных осях.
7. Определить по характеристикам электрические параметры транзистора в режимах отсечки, насыщения и активном и занести их в табл. 13.
8. Выполнить построения на входных и выходных характеристиках для определения  $h$ -параметров транзистора рассчитать их и занести результаты расчетов в табл. 14.
9. В эту же таблицу занести  $h$ -параметры транзистора полученные при выполнении предыдущей работы.

#### Контрольные вопросы

1. Почему  $h_{21Э}$  значительно больше 1?
2. Почему входное сопротивление транзистора в схеме с ОЭ больше, чем в схеме с ОБ?
3. Какие параметры транзистора, включенного с ОЭ, характеризуют рабочую точку?
4. Каков физический смысл  $h$ -параметров и при каких условиях их определяют?
5. Почему схема включения транзистора с ОЭ наиболее распространена?

#### Практические занятия №7. Исследование полевого транзистора

**Цель работы** - изучение принципа действия полевого транзистора, снятие и анализ его вольт-амперных характеристик, определение параметров

Таблица 15 - Зависимость напряжения затвор-исток от тока стока

Напряжение затвор-исток $U_{зи}$ , В		0	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6
Ток стока $I_c$ , мА, при напряжении сток-исток $U_{си}$ , В	5						
	10						
	15						

Таблица 16 - Зависимость напряжения сток-исток от тока стока

Напряжение сток-исток $U_{си}$ , В		1	2	3	4	5	8	9
Ток стока $I_c$ , мА, при напряжении затвор-исток $U_{зи}$ , В	0							
	0,3							
	0,6							
	0,9							
	1,2							

#### Порядок выполнения работы

1. Вычертить табл. 15. и 16. для снятия стоко-затворных стоковых характеристик полевого транзистора и координатные оси (рис. 21, а, б) для их построения (масштаб по осям:  $I_c$  - в 1 см 0,4 мА;  $U_{зи}$  - в 1 см 0,5В;  $U_{си}$  - в 1 см 1 В).
2. Зарисовать схему для снятия характеристик полевого транзистора (см. рис. 18.) и собрать ее.
3. Снять стоко-затворную характеристику, занося результаты измерений в табл. 15, построить ее в координатных осях на рис. 21.,а и определить параметры, необходимые для расчета крутизны  $S$ , по формуле (11).
4. Снять стоковые характеристики, занося результаты измерений в табл. 16, построить их в координатных осях на рис. 21.,б, определить параметры, необходимые для расчета активной выходной проводимости  $g_{22и}$ , по формуле (12). Рассчитать  $S$  и  $g_{22и}$ .

#### Контрольные вопросы

1. Какие транзисторы называют полевыми?
2. Чем объясняется высокое входное сопротивление полевых транзисторов?
3. Чем отличается полевой транзистор от биполярного?
4. Каков принцип усиления сигналов с помощью полевого транзистора?
5. Где применяют полевые транзисторы?

#### Практические занятия №7. Режим каскада с общим

### эмиттером по постоянному току

**Цель работы** - изучение способов получения режима транзисторных каскадов по постоянному току; экспериментальная проверка расчета элементов различных вариантов схем

Таблица 17 - Значения расчетных и экспериментально полученных элементов схем

Схема	Резистор	Сопротивление, кОм	
		расчетное	экспериментальное
Рис. 2.28, а	R1		
Рис. 2.28,б	R1		
	R2		
Рис. 2.28, г	R1		
	R2		
	R3		
	R4		

Таблица 18 - Значения элементов схем для ряда рабочих точек

Напряжение коллектор — эмиттер $U_{кэ}, В$	1	2	3	5	8
R1 (при R2 = 1 кОм), кОм					
R2 (при R1 = 22 кОм), кОм					

### Порядок выполнения работы

1. Вычертить табл. 17. для записи расчетных и экспериментально полученных значений элементов схем смещения и табл. 18. для записи значений элементов схемы, показанной на рис. 28, г, для ряда рабочих точек.
2. Вычертить координатные оси и построить входные и выходные характеристики транзистора, взяв данные в табл. 11. и 12.
3. Зарисовать исследуемую электрическую схему (см. рис. 22.).
4. Собрать схему смещения фиксированным током (см. рис. 25, а). Подобрать сопротивление резистора R1 так, чтобы напряжение на коллекторе транзистора составляло  $0,5 E_k$ , и измерить его. Рассчитать сопротивление резистора R1, пользуясь формулой (24) Результаты измерений и расчетов занести в табл. 17.
5. Построить в координатных осях входную и выходную характеристики транзистора, проходящие через рабочую точку, и определить в этой точке его параметры.
6. Отрегулировать схему эмиттерной стабилизации (см. рис. 25, г), так, чтобы напряжение на коллекторе принимало ряд значений, приведенных в табл. 18.
7. Измерить значения сопротивлений резисторов R1 и R2 и занести их в табл. 18.

### Методические указания

При выполнении работы используют:

- для схемы смещения фиксированным током (рис. 25,а) R1 = 100 кОм (переменный), R3 = 1 кОм;
- для схемы смещения фиксированным напряжением (рис. 25,б) R1 = 22кОм (переменный), R2 = 300 Ом, R3= 1 кОм;
- для схемы эмиттерной стабилизации (рис. 25, г) R1 = 10 кОм (переменный), R2 = 1 кОм, R3 = 1 кОм, R4 = 300 Ом, VT1 - транзистор.

### Контрольные вопросы

1. Чем объясняется более высокая стабильность схемы смещения фиксированным напряжением по сравнению со схемой смещения фиксированным током?

2. Каковы принципы действия схем коллекторной и эмиттерной стабилизации?
3. В какой из схем режим каскада по постоянному току мало зависит от параметров транзистора?
4. В каком режиме окажется схема эмиттерной стабилизации при отключении резистора R1 или R2?
5. Зависит ли температурная стабильность схемы от тока базового делителя?

### Практические занятия № 9. Исследование эмиттерного повторителя

**Цель работы** - наблюдение работы эмиттерного повторителя и его исследование в режимах передачи синусоидального и импульсного сигналов

Таблица 19 - Режимы транзистора по постоянному току

Вид сигнала		синусоидальный импульс	положит. импульс	отриц. импульс
Параметр в р. т.	U <sub>б</sub> , В			
	U <sub>э</sub> , В			
	I <sub>э</sub> , мА			
	U <sub>бэ</sub> , В			

Таблица 20 - Значения параметров для построения амплитудно-частотной характеристики

f, кГц	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	10	50
Кэп							

Таблица 21 - Значения параметров для построения амплитудной характеристики

U <sub>вх</sub> , В	0.2	0.4	0.6	0.8	1
U <sub>вых</sub> , В					

Порядок выполнения работы

1. Вычертить табл. 19, 20 и 21 для записи режимов транзистора эмиттерного повторителя по постоянному току и снятия его амплитудно-частотной и амплитудной характеристик, а также координатные оси (рис. 28, а, б) для их построения и изображения осциллограмм (масштаб по осям: U<sub>вх</sub> и U<sub>вых</sub> - в 1 см 0,2 В).
2. Зарисовать электрическую схему эмиттерного повторителя (см. рис. 27.) и собрать ее.
3. Измерить параметры режимов транзистора в рабочей точке при передаче трех различных сигналов и занести результаты измерений в табл. 19.
4. Снять АЧХ и АХ эмиттерного повторителя в режиме передачи синусоидального сигнала, занести результаты измерений соответственно в табл. 20 и 21 и построить характеристики в координатных осях (см. рис. 28, а, б).
5. Снять осциллограммы импульсных напряжений на входе и выходе эмиттерного повторителя в режимах передачи положительного и отрицательного импульсов и изобразить их в координатных осях (рис. 29, а, б).

#### Методические указания

При выполнении работы используют: R1 = 20 кОм, R2 = 10 кОм и 2,4 кОм, R3 = 510 Ом, R4 = 1 кОм, C1 = C2 = 10 мкФ, C3 = 0,033 мкФ, VT — транзистор, источник коллекторного питания E<sub>к</sub> = 10В.

При исследовании схемы в режиме передачи импульсного сигнала используют частоты до 1000 Гц, а амплитуду выходного импульса, равную 3 В, устанавливают по осциллографу.

Импульсные сигналы строят относительно оси нулевого потенциала с учетом постоянной составляющей.

#### Контрольные вопросы

1. Каковы особенности включения транзистора с ОК?
2. Как влияет базовый делитель на входное сопротивление эмиттерного повторителя?
3. Каково назначение эмиттерных повторителей?



4. Каковы особенности построения схемы эмиттерного повторителя для передачи импульсов различной полярности?
5. Чем объясняется низкое выходное сопротивление эмиттерного повторителя?

### Практическое занятие № 10. Фотоэлементы. Виды и устройство. Работа и применение

**Цель работы** – изучение свойств, типов, режимов работы фотоэлементов

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему, показанную на рисунке 36.
2. Запустить схему и настроить осциллограф.
3. По полученной осциллограмме определить период колебаний, частоту колебаний, размах колебаний.
4. Внести в отчёт полученную осциллограмму.
5. Увеличить ёмкость конденсатора в 5 раз.
6. Не меняя настройки осциллографа, выполнить пункты 2, 3, 4.
7. Сделать по полученным осциллограммам выводы. Просто указать, что произошло с периодом, с частотой колебаний, с размахом колебаний, если увеличить ёмкость конденсатора в 5 раз.

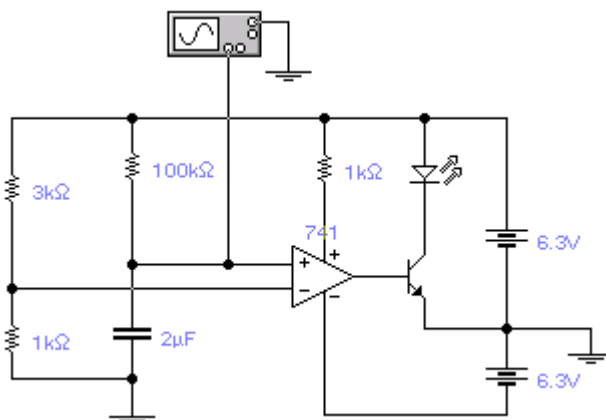


Рисунок 36 Усилительный каскад с фотоэлементом

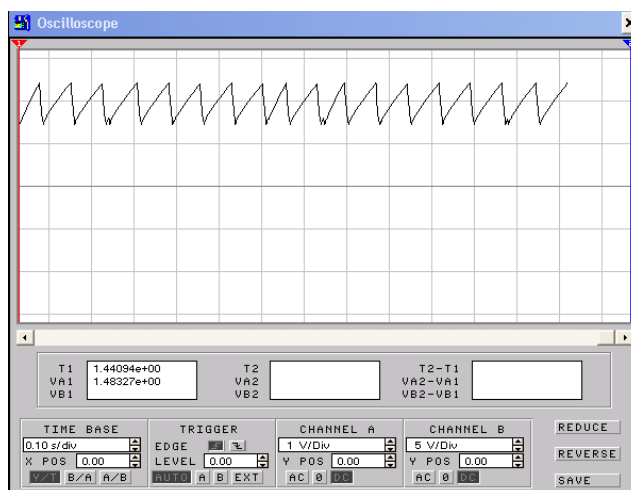


Рисунок 37 – Вид сигнала на осциллографе

## **6.Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

### **6.1 Вопросы для дифференцированного зачета**

1. Полупроводниковый стабилитрон, схема включения, способы проверки.
2. Схема дифференциального усилителя, назначение, достоинство, способы проверки.
3. Варикап, схема включения, способы проверки.
4. Схема РС-генератора, способы проверки, с помощью чего изменяется частота.
5. Биполярный транзистор, принцип протекания тока через него, способы проверки.
6. Схема питания и стабилизации режима работы транзистора, способы проверки
7. Полевые транзисторы, способы проверки.
8. Выпрямитель с удвоением напряжения, схема, способы проверки.
9. Схема включения полевого транзистора, способы проверки.
10. Каскадный выпрямитель с умножением напряжения, способы проверки
11. МОП и МДП транзисторы, структура, особенности, способы проверки.
12. Схема включения биполярного транзистора с ОЭ, способы проверки.
13. Тиристоры, назначение, схема включения, виды тиристоров, способы проверки.
14. Принцип ЧМ, вид колебаний, основной параметр.
15. Полупроводниковый диод, виды диодов, способы проверки.
16. Микросхемы, технология изготовления, способы проверки.
17. Схема ЧМ-детектора, способы проверки.
18. ВАХ полупроводникового диода, способы проверки.
19. Схема усилителя работающего в режиме класса А, способы проверки.
20. Схема амплитудного модулятора, способы проверки.
21. Схема включения биполярного транзистора с ОБ, способы проверки.
22. Амплитудный детектор, схема, способы проверки.
23. Фазоинверсный каскад, способы проверки.
24. Дробный детектор, схема, назначение элементов, способы проверки.
25. Схема включения биполярного транзистора с ОК, способы проверки.
26. Цепи ВЧ и НЧ коррекции их подключение, способы проверки.
27. Частотный дискриминатор, способы проверки.
28. Схема усилителя работающего в режиме класса Б, способы проверки.
29. Схема усилителя работающего в режиме АБ, способы проверки.
30. Схема операционного усилителя, способы проверки.
31. Проверка, контроль параметров блоков питания на основе силового трансформатора.
32. Проверка, контроль параметров импульсного блока питания.
33. Проверка, контроль параметров усилителя низкой частоты.
34. Проверка, контроль параметров усилителя высокой частоты.
35. Проверка, контроль параметров преобразователя частоты.
36. Настройка входных цепей, проверка режимов работы полупроводниковых приборов.
37. Какие основные полупроводниковые диоды вы знаете?
38. Где применяют выпрямительные диоды?
39. Каковы особенности импульсных, точечных и плоскостных диодов?
40. Сравните германиевый и кремниевый диоды, пользуясь их ВАХ.
41. Каковы основные параметры выпрямительных диодов?
42. Какие участки ВАХ стабилитрона и стабилитора называют рабочими?
43. Как изменяется напряжение стабилитрона при изменении протекающего через него тока?
44. Какие свойства стабилитрона оцениваются дифференциальным сопротивлением?
45. Почему стабилитрон и стабилитора плохо работают при токах, меньших минимальных токов стабилизации?
46. Каковы основные параметры стабилитрона?
47. Из каких полупроводниковых материалов изготавливают тиристоры?

48. Почему закрытое состояние тиристора устойчиво?
49. Сохранится ли открытое состояние тиристора при снятии сигнала управления?
50. Каковы преимущества бесконтактного переключения электрических цепей?
51. По какому основному параметру тиристор превосходит тиратрон?
52. Почему концентрация примеси в эмиттере значительно больше, чем в базе?
53. Почему необходимо отводить теплоту от коллекторной области транзистора?
54. Каковы особенности активного режима работы транзистора?
55. Как транзистор переводят в режим насыщения?
56. Как добиваются режима отсечки?
57. Какие электрические параметры характеризуют рабочую точку транзистора?
58. Почему ток коллектора при постоянном токе эмиттера не зависит от напряжения между коллектором и базой?
59. Почему  $h_{21Э}$  значительно больше 1?
60. Почему входное сопротивление транзистора в схеме с ОЭ больше, чем в схеме с ОБ?
61. Какие параметры транзистора, включенного с ОЭ, характеризуют рабочую точку?
62. Каков физический смысл  $h$ -параметров и при каких условиях их определяют?
63. Почему схема включения транзистора с ОЭ наиболее распространена?
64. Какие транзисторы называют полевыми?
65. Чем объясняется высокое входное сопротивление полевых транзисторов?
66. Чем отличается полевой транзистор от биполярного?
67. Каков принцип усиления сигналов с помощью полевого транзистора?
68. Где применяют полевые транзисторы?
69. Чем объясняется более высокая стабильность схемы смещения фиксированным напряжением по сравнению со схемой смещения фиксированным током?
70. Каковы принципы действия схем коллекторной и эмиттерной стабилизации?
71. В какой из схем режим каскада по постоянному току мало зависит от параметров транзистора?
72. В каком режиме окажется схема эмиттерной стабилизации при отключении резистора  $R_1$  или  $R_2$ ?
73. Зависит ли температурная стабильность схемы от тока базового делителя?
74. Каковы особенности включения транзистора с ОК?
75. Как влияет базовый делитель на входное сопротивление эмиттерного повторителя?
76. Каково назначение эмиттерных повторителей?
77. Каковы особенности построения схемы эмиттерного повторителя для передачи импульсов различной полярности?
78. Чем объясняется низкое выходное сопротивление эмиттерного повторителя?
79. Почему однотактные усилители мощности редко используют?
80. Чем объясняется экономичность двухтактных усилителей мощности, работающих в режиме В?
81. Какие параметры выходного сигнала зависят от емкости  $C_3$ ?
82. Почему при уменьшении емкости  $C_2$  увеличиваются частотные искажения в области нижних частот?
83. Как влияет режим работы усилителя на нелинейные искажения?