

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 10 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Электроника  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование теоретических знаний физических основ функционирования современных электронных и микроэлектронных элементов, принципов работы электронных приборов и их характеристик, электронных схем и функциональных узлов аналоговой и цифровой электроники и микроэлектроники, умения использовать приемы и методы расчета типовых схем, навыков проведения физического эксперимента по изучению характеристик электронных устройств.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Физические основы электроники, электронные полупроводниковые приборы, электронные устройства на дискретных и микроэлектронных элементах аналогового типа: усилители переменного и постоянного тока, генераторы; электронные устройства цифрового типа: электронные ключи, базовые логические элементы; схемотехника основных цифровых устройств: триггеров, счетчиков и комбинационных логических схем; методы расчета схем на электронных элементах, способы экспериментального исследования электронных устройств.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает физические основы работы полупроводниковых приборов; параметры современных полупроводниковых устройств: усилителей, генераторов, способы замещения полупроводниковых приборов эквивалентными схемами для целей расчета, проектирования и моделирования электронных устройств; принципы работы и схемы типовых узлов электронных устройств;	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электронные устройства с учетом заданных технических параметров; использовать полученные знания при решении практических задач по расчету электронных устройств	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками расчета типовых схем электронных устройств; методами проведения физического эксперимента по исследованию характеристик электронных устройств; навыками выбора полупроводниковых приборов при проектировании электронных устройств	Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Полупроводниковые приборы	6	4	2	10
Введение. Электронно-дырочный переход. Прямое и обратное смещение р–п- перехода, вольт-амперная характеристика. Полупроводниковые диоды. Биполярные транзисторы р-п-р и п-р-п типов, устройство и принцип действия. Схемы включения биполярного транзистора, статические характеристики. Схемы замещения, внутренние малосигнальные и h-параметры транзистора. Полевой транзистор с управляющим р–п-переходом. МОП транзисторы со встроенным и индуцируемым каналами. Параметры и статические характеристики полевых транзисторов. Тиристоры.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Усилители переменного тока	6	4	6	16
Классификация электронных усилителей, основные параметры и характеристики. Амплитудная и амплитудно-частотная характеристики. Классы усиления. Методы задания и стабилизации рабочей точки усилительного каскада на биполярных и полевых транзисторах. Анализ усилительного каскада по постоянному току. Режим малого сигнала усилительного каскада по переменному току. Параметры в области средних частот. Зависимость параметров каскада от частоты в области низких и высоких частот. Обратные связи в усилителях, их влияние на характеристики усилителя. Эмиттерный повторитель. Составной транзистор. Усилители мощности.				
усилители постоянного тока и электронные лучи	4	4	4	16
Особенности построения усилителей постоянного тока. Дифференциальный интегральный усилитель. Генератор стабильного тока. Операционный усилитель. Свойства идеального операционного усилителя, схемы включения. Амплитудная и частотная характеристики операционного усилителя. Расчет нижней и верхней граничной частоты. Транзисторный ключ на биполярном транзисторе. Режим отсечки, режим насыщения. Переходные процессы и быстродействие ключа. Ненасыщенный ключ. Транзисторный ключ на МОП транзисторах. Ключ на комплементарных транзисторах. Логические элементы в интегральной исполнении. Базовые элементы ТТЛ, ТТЛШ, КМОП логики. Триггеры. Счетчики. Комбинационные устройства				
Электронные генераторы	2	4	4	12
Условия возбуждения генератора. Генератор с трансформаторной связью. Трехточечные LC—генераторы. Генератор с многозвенной RC—цепью. Генератор с мостом Вина и двойным T-образным мостом. Релаксационные генераторы. Параметры прямоугольных импульсов. Мультивибратор на биполярных транзисторах. Мультивибраторы на логических элементах. Мультивибратор на операционном усилителе. Расчет мультивибратора на биполярных транзисторах и операционном усилителе.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	16	16	54
ИТОГО по дисциплине	18	16	16	54

## Тематика примерных практических занятий

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Определение параметров полупроводниковых приборов по входным и выходным статическим вольт-амперным характеристикам.
2	Расчет выпрямителя по заданным параметрам тока и напряжения на нагрузке.
3	Расчет усилительного каскада по схеме с общим эмиттером по постоянному току.
4	Анализ работы усилителя низкой частоты по переменному току (расчет коэффициента усиления на низких, средних и высоких частотах).
5	Анализ работы усилителя с обратной связью. Расчет коэффициента усиления, входного и выходного сопротивления.
6	Анализ работы усилителя на базе операционного усилителя. Расчет коэффициентов усиления на низких, средних и высоких частотах.
7	Построение комбинационных и последовательных цифровых устройств на логических элементах.
8	Расчет электронных генераторов с мостом Вина, с многозвенной RC—цепью на операционных усилителях.

## Тематика примерных лабораторных работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
1	Исследование характеристик полупроводниковых приборов.
2	Исследование усилителя с RC-связью. Амплитудно-частотные и амплитудные характеристики.
3	Исследование операционного усилителя. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики, амплитудные характеристики.
4	Исследование RC – генераторов.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гусев В. Г. Электроника и микропроцессорная техника : учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - Москва: Высш. шк., 2005.	74
2	Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника : Полн. курс: Учеб. для вузов / Ю.Ф.Опадчий,О.П.Глудкин,А.И.Гуров. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бобров И. И. Импульсные и цифровые устройства : учебное пособие / И. И. Бобров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	282
2	Бобров И. И. Усилители : учебное пособие для вузов / И. И. Бобров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	265
3	Бобров И. И. Физические основы электроники : учебное пособие для вузов / И.И.Бобров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2005.	323
4	Бобров И. И. Электронные генераторы. Фильтры : учебное пособие для вузов / И. И. Бобров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	400
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Радио : Аудио. Видео. Связь. Электроника. Компьютеры : массовый научно-технический журнал / Радио. - Москва: Радио, 1924 - .	
2	Современная электроника : журнал / Издательство СТА-ПРЕСС. - Москва: СТА-ПРЕСС, 2004.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Электроника и микроэлектроника : методические указания к лабораторным работам / Пермский государственный технический университет, Кафедра "Автоматика и телемеханика"; Сост. Ю. В. Панов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1993.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Расчет электронных схем. Примеры и задачи : учебное пособие для втузов / Г. И. Изъюрова [и др.]. - Москва: Высш. шк., 1987.	31

## **6.2. Электронная учебно-методическая литература**

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Иваницкий В. А. Электроника и микропроцессорная техника : учебное пособие / В.А. Иваницкий. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2000.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2742">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=2742</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017



Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер	8
Лабораторная работа	Стенды	8
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Проектор	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Электроника»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень формируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знать физические основы работы полупроводниковых приборов, параметры современных полупроводниковых устройств: усилителей, генераторов, принципы работы и схемы типовых узлов электронных устройств		ТО1		Т/КР		ТВ
<b>3.2</b> Знать способы замещения полупроводниковых приборов эквивалентными схемами для целей расчета, проектирования и моделирования электронных устройств		ТО2		Т/КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Уметь применять методы исследования параметров и моделирования электронных устройств, разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электронные устройства с учетом заданных технических параметров			ОЛР	КР		
<b>У.2</b> Уметь использовать стандартные методы решения практических задач по расчету электронных устройств				КЗ		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеть навыками работы с электронными устройствами, опытом выбора полупроводниковых			ОЛР			ПЗ

приборов при проектировании электронных устройств					
<b>В.2</b> Владеть методами проведения физического эксперимента и программной симуляции для исследования характеристик электронных устройств		ОЛР			

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа, курсовая работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т. д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины) и индивидуальных заданий по темам практических занятий (после изучения всех модулей учебной дисциплины). Всего запланировано 4 лабораторные работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений всех заявленных компетенций. Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Основные носители в полупроводниках p и n типов.
2. Прямое и обратное включение p – n-перехода. Условие протекания тока.
3. Электрический и тепловой пробой p – n-перехода. Лавинный и туннельный пробой.
4. Полупроводниковые приборы, использующие лавинный и туннельный пробой.
5. Несимметричный p – n-переход. Область базы и область эмиттера.
6. Уравнение вольтамперной характеристики идеального p – n-перехода.
7. Влияние температуры на вольтамперную характеристику p – n-перехода. Зависимость обратного тока p–n-перехода от температуры.
8. Режимы работы биполярного транзистора (усилительный режим, режим насыщения, режим отсечки, инверсный режим).
9. Взаимосвязь токов эмиттера, коллектора и базы биполярного транзистора. Коэффициенты передачи тока, уравнения токов.
10. Схемы включения биполярного транзистора: с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором. Сравнение схем включения по коэффициентам усиления токов и напряжений, входным сопротивлениям и частотным свойствам.
11. Полевые транзисторы с управляющим p–n-переходом, с изолированным затвором с встроенным и индуцируемым каналами n и p типов; различия между ними в вольтамперных характеристиках.

12. Условия работы полевого транзистора в режиме насыщения, режиме управляемого сопротивления и закрытого состояния.

13. Условные обозначения биполярных и полевых транзисторов на схемах. Биполярные транзисторы структур р-п-р и п-р-п. Полевые транзисторы с каналами п и р типов, с управляющим переходом, с изолированным затвором и встроенным или индуцируемым каналом.

14. Классы усиления А, В, АВ и С. Положение рабочей точки (точки покоя) и характер усиления синусоидального сигнала для каждого класса.

15. Способы задания и стабилизации рабочей точки биполярного транзистора.

16. Определение рабочей точки биполярного транзистора и её смещения при изменении параметров коллекторной цепи.

17. Определение рабочей точки биполярного транзистора при изменении сопротивлений в базовой цепи.

18. Стабилизация рабочей точки полевого транзистора и условие, при котором стабилизация не требуется.

19. Отрицательная обратная связь в усилителях: последовательная, параллельная, по напряжению, по току. Влияние обратной связи на параметры и характеристики усилителей.

20. Виды обратной связи в схемах эмиттерной и коллекторной стабилизации рабочей точки.

21. Влияние сопротивления нагрузки, сопротивления коллекторной цепи, сопротивления источника сигнала на коэффициент усиления каскада на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.

22. Влияние сопротивлений коллекторной цепи и нагрузки усилительного каскада на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером на значение верхней граничной частоты.

23. Влияние разделительных конденсаторов усилительного каскада на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером на значение нижней граничной частоты.

24. Дифференциальный усилитель, его схема и свойства.

25. Генератор стабильного тока, его схема и назначение. Расчет схемы "зеркало тока" по заданной величине тока.

26. Свойства идеального операционного усилителя.

27. Инвертирующее и неинвертирующее включение операционного усилителя. Коэффициенты усиления для модели идеального операционного усилителя..

28. Определение коэффициента передачи (усиления) для различных входов усилителя с инвертирующими и неинвертирующими входами.

29. Определение верхней граничной частоты (частоты среза) по заданным значениям элементов схемы на операционном усилителе.

30. Определение нижней граничной частоты (частоты среза) по заданным значениями элементов схемы на операционном усилителе.

31. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Насыщенные и ненасыщенные ключи.

32. Влияние степени насыщения ключа на биполярном транзисторе на длительность фронта электрического импульса и на задержку выключения транзистора.

33. Режимы работы ключей в логических элементах транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ).

34. Режимы работы ключей в логических элементах транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки (ТТЛШ).

35. Ключи на полевых комплементарных транзисторах (КМОП). Особенности работы КМОП ключа на ёмкостную нагрузку. Характер потребления энергии от источника питания.

36. Логические элементы КМОП. Схемы базовых элементов И-НЕ, ИЛИ-НЕ.

37. Триггеры, построенные на логических элементах, типов RS, D, T и JK. Определение состояния триггера при заданных входных сигналах.

38. Электронные генераторы. Условия возникновения колебаний.

39. Определение частоты гармонических колебаний генератора с мостом Вина на операционном усилителе.

40. Определение частоты гармонических колебаний генератора с многозвенной RC-цепью на операционном усилителе.

### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Расчет каскада на биполярном транзисторе по постоянному току.
2. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером на средних и низких частотах.
3. Расчет усилительного каскада на операционном усилителе.
4. Расчет генераторов гармонических колебаний на операционном усилителе.
5. Расчет мультивибратора.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины. Типовые

критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы. При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.