



Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Нагорный Ф.Д.*

Рабочая программа

**Физические основы электроники**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль. Электропривод и автоматика, 13.03.02\_19\_Электроэнергетика и электротехника\_ПрЭПиА\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль. Электропривод и автоматика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 09.06.2022 г., №6

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Мажирин Р.Е.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель изучения дисциплины: усвоение основ физики работы полупроводниковых приборов и структур, их эксплуатационных параметров.
1.2	Задачи: сформировать у обучающихся знания о принципах работы современных электронных приборов, об физических явлениях используемых для изготовления полупроводниковых приборов, ознакомить с основными электронными устройствами.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математика	
2.1.2	Информатика	
2.1.3	Физика	
2.1.4	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Метрология	
2.2.2	Основы теории эксперимента	
2.2.3	Теория автоматического управления	
2.2.4	Цифровая и аналоговая электроника	
2.2.5	Электрические и электронные аппараты	
2.2.6	Электрические машины	
2.2.7	Элементы систем автоматики	
2.2.8	Моделирование в электроприводе	
2.2.9	Силовая электроника	
2.2.10	Теория электропривода	
2.2.11	Научно-исследовательская работа	
2.2.12	Основы микропроцессорной техники	
2.2.13	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.14	Государственная итоговая аттестация	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ПК-1: проведение научных исследований объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-31 основы проведения исследований полупроводниковых приборов
<b>УК-4: исследование</b>
<b>Знать:</b>
УК-4-31 способы проведения исследований полупроводниковых приборов
<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 основы работы и устройства полупроводниковых приборов
<b>ОПК-2: фундаментальная подготовка</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 фундаментальные законы электротехники, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов
<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 выбирать типы электронных приборов в зависимости от особенностей их применения
<b>ПК-1: проведение научных исследований объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Уметь:</b>

ПК-1-У1 выполнять анализ параметров и характеристик полупроводниковых приборов
<b>УК-4: исследование</b>
<b>Уметь:</b>
УК-4-У1 анализировать явления и процессы, протекающие в кристаллических структурах, используемых в составе электронных компонентов
<b>ОПК-2: фундаментальная подготовка</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 вести дискуссию по профессиональной тематике, объяснять сущность физических явлений и процессов
<b>УК-4: исследование</b>
<b>Владеть:</b>
УК-4-В1 навыками теоретических и экспериментальных методов исследования и применения полупроводниковых приборов
<b>ОПК-2: фундаментальная подготовка</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 навыками дискуссии по профессиональной тематике, терминологией в области электроники
<b>ПК-1: проведение научных исследований объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 определением характеристик материалов, используемых для изготовления полупроводниковых приборов
<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 способностью эксплуатировать полупроводниковые приборы, контролировать их эффективность и обеспечивать безопасные режимы работы

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Полупроводниковые диоды</b>							
1.1	Свойства электронно-дырочного перехода в равновесном и неравновесном состояниях. Полупроводниковые диоды и их разновидности. Классификация диодов и их обозначения. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Выпрямительные диоды (особенности кремниевых и германиевых диодов, диоды на основе барьера Шоттки). Стабилитроны и стабилитроны. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Расчет характеристик схем выпрямления на полупроводниковых диодах. /Пр/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Однофазный неуправляемый выпрямитель /Лаб/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.2Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		

1.5	Изучение характеристик р-п перехода и полупроводниковых диодов. /Ср/	4	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	Р1
<b>Раздел 2. Биполярные транзисторы</b>								
2.1	Структура и основные режимы биполярных транзисторов. Принцип работы транзистора как усилительного элемента. Основные схемы включения и их свойства. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Токи в структуре транзистора и их взаимосвязь. Распределение носителей в структуре транзистора в различных режимах, особенности инверсного включения и режима насыщения. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Физические параметры транзистора и схемы замещения на их основе. Факторы, влияющие на усилительные свойства транзистора. Системы дифференциальных параметров транзисторов. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.4	Динамические свойства биполярных транзисторов. Частотные характеристики транзисторов в схемах включения с общей базой и с общим эмиттером. Моделирование транзисторов. Классификация и система условных обозначений. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Расчет статических характеристик транзисторов /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.6	Расчет усилительных каскадов на биполярных транзисторах. /Пр/	4	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.7	Исследование характеристик биполярных транзисторов /Лаб/	4	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.2Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.8	Изучение характеристик биполярных транзисторов. /Ср/	4	24	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	Р2
<b>Раздел 3. Тиристоры</b>								

3.1	Тиристоры: область применения и разновидности тиристоры; структура, свойства и основные параметры; принцип действия, процесс включения на примере транзисторной модели; динамические процессы в тиристорах; критические скорости нарастания анодного тока и напряжения (эффект $du/dt$ ). /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Симметричные тиристоры (симисторы). Полностью управляемые тиристоры. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Исследование тиристоры /Лаб/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие	КМ3	Р3
3.4	Изучение характеристик полупроводниковых тиристоры /Ср/	4	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	Р3
	<b>Раздел 4. Полевые транзисторы</b>							
4.1	Классификация полевых транзисторы. Принцип работы и характеристики полевых транзисторы с управляющим р-п – переходом (р-п – затвором). /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Принцип работы, характеристики и параметры МДП-транзисторы. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.3	Усилительные каскады на полевых транзисторы. Схемы включения. Статические и динамические характеристики. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.4	Работа полевых транзисторы в ключевом режиме. Динамические характеристики. Потери на переключение. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.5	Биполярные транзисторы с изолированным затвором. Устройство, принцип работы и основные характеристики. Преимущества и недостатки. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.6	Расчет статических характеристик полевых транзисторы. /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		

4.7	Расчет усилительных каскадов на полевых транзисторах. /Пр/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.8	Однокаскадный усилитель /Лаб/	4	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
4.9	Выполнение домашней работы /Ср/	4	24	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	Р4,Р6
4.10	Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах /Лаб/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л2.3Л2.2 Л3.3 Л3.6Л1.1 Л3.4 Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 5. Оптоэлектронные приборы</b>							
5.1	Полупроводниковые излучатели и фотоприемники. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р6
5.2	Светодиоды: основные характеристики и параметры. Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и характеристики /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р6
5.3	Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках. Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р6
5.4	Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры. Оптоэлектронные пары. Разновидности и основные характеристики. Приборы в внешнем фотоэффектом. Приборы в внутреннем фотоэффектом. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р6
5.5	Расчет схем с оптоэлектронными приборами /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.6	Подготовка к зачету с оценкой /Ср/	4	23	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-4-31 УК-4-У1 УК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Л3.4 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ6	

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ****5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки**

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Лабораторная работа №1 "Однофазный неуправляемый выпрямитель"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	1. Назначение и основные характеристики сглаживающих фильтров. 2. Двухполупериодный неуправляемый выпрямитель с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора. 3. Внешняя характеристика неуправляемых выпрямителей (без фильтра и с С-фильтром) 4. Выпрямительный диод и структурная схема неуправляемого выпрямителя. 5. Однополупериодный неуправляемый выпрямитель. Схема, диаграммы работы, основные расчетные соотношения.
КМ2	Лабораторная работа №2 "Исследование характеристик биполярных транзисторов"	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1. Устройство и принцип работы биполярного транзистора. 2. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала и определение по ней основных параметров усилителя. 3. h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ. 4. Вольт-амперные характеристики и основные режимы работы биполярных транзисторов.
КМ3	Лабораторная работа №3 "Исследование тиристорных"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	1. Тиристоры, классификация тиристорных, принцип действия, характеристики. 2. Электронно-дырочный переход, образование структуры и свойства. 3. Физические явления в P-N структуре при воздействии прямого и обратного напряжения. 4. Обратное подключение P-N-перехода
КМ4	Лабораторная работа №4 "Однокаскадный усилитель"	УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	1. Основные схемы цепей смещения для однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе. Расчетные соотношения для определения сопротивлений цепей смещения. 2. Назначение элементов и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером. 3. Амплитудно-частотная характеристика однокаскадного усилителя. 4. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.
КМ5	Лабораторная работа №5 "Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах"	УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1	1. Дифференциальный каскад: принцип работы ДК, роль ООС/И в ДК. Реакция каскада на воздействие синфазных и асинфазных сигналов, поступающих на входы ДК. 2. Типовая схема дифференциального каскада: принцип работы ДК структуре с динамической нагрузкой и узлом термостабилизации. 3. Отражатели тока. Принцип работы. Типовая схема ОТ, масштабирование токов в ОТ.

КМ6	Теоретические вопросы для подготовки к промежуточной аттестации	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Резисторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки. Терморезисторы, варисторы.</li><li>2. Конденсаторы. Классификация, основные характеристики и способы маркировки. Вариконды и варикапы.</li><li>3. Индуктивные компоненты электронных устройств. Классификация и основные параметры.</li><li>4. Полупроводниковые диоды. Классификация, принцип действия, основные характеристики. Стабилитроны.</li><li>5. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Вольт-амперные и динамические характеристики биполярных транзисторов.</li><li>6. Основные режимы работы биполярного транзистора. Укажите полярность напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер при работе транзистора в линейном режиме, режиме отсечки и насыщения для транзисторов типа р-п-р и п-р-п.</li><li>7. h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала.</li><li>8. Устройство и принцип действия полевых транзисторов. Транзисторы с изолированным затвором (с индуцированным и встроенным каналом) и с управляющим р-п переходом. Вольт-амперные характеристики полевых транзисторов.</li><li>9. Устройство и принцип действия динистора и тиристора. Транзисторная модель тиристора. Вольт-амперные характеристики и основные параметры тиристора.</li><li>10. Устройство и принцип действия биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT). Вольт-амперные, динамические характеристики и основные параметры транзисторов IGBT.</li><li>11. Обеспечение линейного режима работы транзистора в усилителях. Цепи смещения в схемах усилителей на транзисторах.</li><li>12. Какие схемы включения транзисторов вы знаете? В чем достоинства и недостатки каждой схемы?</li><li>13. Назначение элементов в схеме и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером?</li><li>14. Схема замещения и определение основных характеристик однокаскадного усилителя?</li><li>15. Почему усилительный каскад с общим эмиттером плохо согласуется с высокоомным источником сигнала и низкоомной нагрузкой?</li><li>16. Амплитудная характеристика однокаскадного усилителя с общим эмиттером.</li><li>17. Чем определяется вид амплитудно-частотной характеристики усилителя?</li><li>18. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.</li><li>19. Усилители мощности на биполярных транзисторах. Эмиттерный повторитель в качестве усилителя мощности. Двухтактный усилитель мощности.</li><li>20. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Схемы с общим истоком и общим стоком, основные характеристики. Обеспечение линейного режима работы усилителей на полевых транзисторах с помощью цепей смещения.</li><li>21. Как определить h – параметры транзисторов?</li><li>22. Почему исследуемая обратная связь является отрицательной?</li><li>23. Чем объясняются различия в величинах коэффициентов усиления, полученных экспериментально и расчетным путем?</li><li>24. Полупроводниковый диод. Основные характеристики. Свойства.</li><li>25. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала и определение по ней основных параметров усилителя.</li><li>26. Вольт-амперные характеристики и основные режимы работы биполярных транзисторов.</li><li>27. Назначение элементов и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером.</li><li>28. Охарактеризуйте физическую модель р-п перехода при прямом и обратном включении.</li><li>29. Какие параметры диодов относятся к эксплуатационным, а какие к предельным?</li></ol>
-----	---	--	--

			30. Внешняя характеристика неуправляемых выпрямителей.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Лабораторная работа №1 "Однофазный неуправляемый выпрямитель"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	1 Чему равна частота основной гармоники выпрямленного напряжения для однополупериодного выпрямителя, двухполупериодного с вы-водом средней точки и мостового? 2 Как изменится напряжение на сопротивлении нагрузки, если параллельно ему включить конденсатор достаточно большой емкости? 3 Как изменится амплитуда пульсаций выпрямленного напряжения если емкость конденсатора фильтра увеличить в два раза? 4 Как изменится обратное напряжение, приложенное к запертому диоду в однополупериодной схеме выпрямления, при включении конденсатора параллельно сопротивлению нагрузки? 5 Чему будет равен коэффициент сглаживания фильтра, представляющего собой последовательное соединение двух Г-образных фильтров с коэффициентами сглаживания $q_1$ и $q_2$ ? 6 Чем определяется наклон внешней характеристики выпрямителя? 7 Чему равно напряжение холостого хода (при ) однополупериодного выпрямителя без фильтра, с емкостным и индуктивным фильтром?
P2	Лабораторная работа №2 "Исследование тиристоров"	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1 Устройство и принцип действия биполярного транзистора. 2 Основные режимы работы биполярного транзистора. 3 Укажите полярность напряжений база-эмиттер и коллектор-эмиттер при работе транзистора в линейном режиме для транзисторов ти-па р-н-р и п-р-п. 4 Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов. 5 h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ. 6 Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала. 7 Для чего служат цепи смещения в схемах усилителей на транзисторах.
P3	Лабораторная работа №3 "Исследование характеристик биполярных транзисторов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	1 Структура и принцип действия тиристора? 2 Способы включения тиристора? 3 Способы выключения тиристора? 4 ВАХ и основные параметры тиристора? 5 Каким образом проводится настройка тиристора в программе MicroCap? 6 Какие основные параметры тиристора вы знаете? 7 Какая зависимость между напряжением включения и током управления?
P4	Лабораторная работа №4 "Однокаскадный усилитель"	УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	1. Какие схемы включения транзисторов вы знаете? В чем достоинства и недостатки каждой схемы? 2. Назовите основные характеристики усилителей? 3. Назначение элементов в схеме однокаскадного усилителя с общим эмиттером? 4. Опишите принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером? 5. Схема замещения и определение основных характеристик однокаскадного усилителя? 6. Почему усилительный каскад с общим эмиттером плохо согласуется с высокоомным источником сигнала и низкоомной нагрузкой? 7. Амплитудная характеристика однокаскадного усилителя с общим эмиттером. 8. Чем определяется вид амплитудно-частотной характеристики усилителя? 9. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.

P5	Лабораторная работа №5 "Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах"	УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1	1. Как определить $h$ – параметры транзисторов? 2. Почему исследуемая обратная связь является отрицательной? 3. Чем объясняются различия в величинах коэффициентов усиления, полученных экспериментально и расчетным путем? 4. Как определить полосу пропускания исследуемого усилителя? 5. Каким образом определяется вид и тип исследуемой ООС? 6. Для чего в схему усилителя необходимо включить источник постоянного напряжения? 7. Как по имеющейся АЧХ усилителя построить ЛАЧХ?
P6	Контрольная работа "Исследование полупроводниковых приборов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-4-31;УК-4-У1;УК-4-В1	Задача №1 Расчет идеализированного кремниевого диода Задача №2 Расчет стабилитрона Задача №3 Расчет усилительного каскада Задача №4 Расчет транзистора Задача №5 Расчет инвертирующего и неинвертирующего усилителя

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Проведение экзамена не предусмотрено.

Дистанционно зачет с оценкой может проводиться в LMS Canvas. Тест содержит 30 заданий. На решение отводится 30 минут. Разрешенные попытки - одна.

Образец заданий для зачета с оценкой, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ОПК-2; ПК-1; УК-1; УК-2):

1. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре лежит в пределах от  $10^{-4}$  до  $10^{10}$  Ом·см, принято относить

- 1) проводники;
- 2) полупроводники;
- 3) изоляторы;
- 4) диэлектрики.

2. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре более  $10^{10}$  Ом·см, принято относить

- 1) проводники;
- 2) полупроводники;
- 3) диэлектрики;
- 4) металлы.

3. К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре менее  $10^{-4}$  Ом·см, принято относить

- 1) проводники;
- 2) полупроводники;
- 3) диэлектрики;
- 4) изоляторы.

4. Какой класс веществ составляет основу современной электроники?

- 1) проводники;
- 2) полупроводники;
- 3) диэлектрики;
- 4) аморфные тела.

5. А – Если все звенья в молекуле идентичны, то она обладает строгой периодичностью в одном направлении. В – Расположение частиц в кристаллическом веществе не является упорядоченным, а носит хаотичный характер. Выберете верное утверждение.

- 1) Верно только А;
- 2) Верно только В;
- 3) Оба утверждения верны;
- 4) Оба утверждения неверны.

6. Твёрдые тела с упорядоченным внутренним строением на уровне атомов и молекул, т.е. тела, обладающие трехмерно-периодической атомной структурой и имеющие вследствие этого при определённых условиях форму многогранника, называются

- 1) кристаллами;
- 2) полимерными веществами;
- 3) аморфными телами;
- 4) веществами дальнего порядка.

7. Тип связи, которая осуществляется взаимодействием свободных электронов и положительно заряженных атомов ядер, называется

- 1) ионная;
- 2) ковалентная;
- 3) металлическая;

- 4) Ван-дер-ваальсова связь.
8. Тип связи, которая осуществляется силами электростатического взаимодействия между положительными и отрицательными ионами, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
9. Тип связи, которая осуществляется взаимодействием молекул как слабо заряженных ди-полей, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
10. Тип связи, которая осуществляется с помощью спаренных (обобществленных) электро-нов, называется
- 1) ионная;
  - 2) ковалентная;
  - 3) металлическая;
  - 4) Ван-дер-ваальсова связь.
11. Дефекты, которые возникают при механических, тепловых и электромагнитных воз-действиях на кристалл, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями;
  - 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
12. Дефекты, которые обусловлены появлением вакансий вследствие неравномерности распределения энергии между атомами твёрдого тела, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями;
  - 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
13. Дефекты, которые внедряются в промежутки между атомами кристалла или замещают часть этих атомов, называются
- 1) динамическими;
  - 2) статическими;
  - 3) примесями; 4) дефектами по Френкелю и Шоттки.
14. А – Согласно теории Бора, энергия атомов и молекул может принимать только дискретный ряд значений. В – Теория Бора гласит, что излучение или поглощение электромагнит-ных волн при переходе атома из одного стационарного состояния в другое всегда происходит це-лыми квантами. Выберите верное утверждение.
- 1) Верно только А;
  - 2) Верно только В;
  - 3) Оба утверждения верны;
  - 4) Оба утверждения неверны.
16. Квазичастица, представляющая собой незаполненное электронное состояние (вакан-сию) в валентной зоне полупроводника, называется
- 1) полярон;
  - 2) примесь;
  - 3) полость;
  - 4) дырка.
17. Беспримесный и бездефектный полупроводник с идеальной кристаллической решеткой называют
- 1) замкнутым полупроводником;
  - 2) локальным полупроводником;
  - 3) свободным полупроводником;
  - 4) собственным полупроводником.
18. Сопротивление полупроводника при повышении температуры
- 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;
  - 3) практически не изменяется;
  - 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
19. При увеличении расстояния между обкладками конденсатора его электрическая ем-кость
- 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;

- 3) практически не изменяется;  
4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
20. Конденсатор не проводит  
1) постоянный ток;  
2) переменный ток;  
3) не проводит никакой ток;  
4) проводит оба типа токов.
21. Емкостное сопротивление конденсатора находится по формуле  
1)  $X_c = 2\pi f$ ;  
2)  $X_c = \omega C$ ;  
3)  $X_c = 1/(2\pi f C)$ ;  
4) Среди вариантов 1-3 нет правильного.
22. При последовательном соединении конденсаторов их суммарная емкость  
1) увеличивается;  
2) уменьшается;  
3) практически не изменяется;  
4) может как увеличиваться, так и уменьшаться.
23. Увеличение активного сопротивления обмотки катушки индуктивности  
1) увеличивает добротность этой катушки индуктивности;  
2) уменьшает добротность этой катушки индуктивности;  
3) не влияет на добротность катушки;  
4) уменьшает реактивное сопротивление обмотки.
24. Начало обмотки катушки индуктивности на схеме обозначается  
1) буквой «L»;  
2) буквой «H»;  
3) точкой;  
4) стрелкой.
25. Анод это  
1) вывод тиристора со знаком «+»;  
2) вывод тиристора со знаком «-»;  
3) управляющий вывод тиристора;  
4) закрывающий вывод тиристора.
26. Какой из указанных полупроводниковых приборов работает на прямой ветви вольтамперной характеристики (ВАХ)?  
1) тиристор;  
2) варикап;  
3) стабилитрон;  
4) фотодиод.
27. Токи в биполярном р-п-р транзисторе связаны выражением  
1)  $I_b = I_\alpha + I_k$ ;  
2)  $I_k = I_b + I_\alpha$ ;  
3)  $I_\alpha = I_b - I_k$ ;  
4)  $I_\alpha = I_b + I_k$ .
28. Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление по току и по напряжению?  
1) ОБ;  
2) ОЭ;  
3) ОК;  
4) ни один из вариантов.
29. Какая схема включения биполярного транзистора называется эмиттерным повторителем?  
1) ОБ;  
2) ОЭ;  
3) ОК;  
4) ни один из вариантов.
30. Управление током через полевой транзистор происходит благодаря  
1) подаче на переход затвор-истока прямого напряжения;  
2) увеличению концентрации неосновных носителей стока;  
3) большой величине входного сопротивления;  
4) изменению толщины обедненного слоя за счёт изменения напряжения затвор-истока.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Оценка результатов зачёта с оценкой осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Зачёт с оценкой считается пройденным успешно, если при его проведении получена оценка не ниже «удовлетворительно».

При поведении зачета с оценкой критериями оценки являются:

«Отлично»: Все вопросы билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы. Правильные ответы на дополнительные (проверочные) вопросы в рамках билета. Подробное изложение основных положений ответа в Листе устного опроса.

«Хорошо»: Все вопросы или один из них в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в терминах, хронологии, в названии термина при понимании его сути и т.д.). Наличие достаточно подробных записей в Листе устного опроса.

«Удовлетворительно»: Изложение каждого вопроса в не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в периодизациях, классификациях, трактовке основных понятий и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано другим вопросом (на усмотрение преподавателя) при соответствующей записи в Листе устного опроса. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

«Неудовлетворительно»: Отсутствие записей в Листе устного опроса, отказ от ответа, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Изложение вопросов менее, чем на 60 %. Незнание основных понятий и положений темы. Неспособность связно изложить материал.

При поведении зачета с оценкой в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«Отлично»: Получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Хорошо»: Получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Удовлетворительно»: Получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время.

«Неудовлетворительно»: Получение менее 50 % баллов по тесту.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Г.Г.Рекус, А.И.Белюсов	Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники		М.: Высш. шк, 2001,
Л2.2	О.С.Малахов, А.А.Радионых	Схемотехника цифровых электронных устройств: Учеб. пособие		Магнитогорск: МГТУ, 2012,
Л2.3	Игумнов В.Н	Физические основы микроэлектроники : Учебное пособие		М.: Директ-Медиа, 2014, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708</a>

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	В.В. Умрихин	Физические основы электроники: Учебное пособие		М.: ИНФРА-М, 2012,
Л3.2	М.Н. Давыдкин, С.Н. Басков	Расчет однокаскадных усилителей на биполярных транзисторах: Методические указания по выполнению контрольной работы		НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
Л3.3	В.Р. Гасияров	Физические основы электроники: Лабораторный практикум		НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
Л3.4	Гасияров В.Р.	Расчет простейших электронных приборов и устройств: Учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графической работы		НФ НИТУ "МИСиС", 2014, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
Л3.5	Федоров С.В	Электроника : учебник		Оренбург: ОГУ, 2015, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438991(05.04.2019)">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=438991(05.04.2019)</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛЗ.6	Лицин К.В., Белых Д.В.	Физические основы электроники: Лабораторный практикум		НФ НИТУ МИСиС, 2019, <a href="http://nf.misis.ru">http://nf.misis.ru</a> ; <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a>

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Физические основы электроники	<a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>
Э2	КиберЛенинка	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э3	НФ НИТУ МИСиС	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>
Э4	Кафедра электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ МИСиС	<a href="http://kafedra-ee.ru/">http://kafedra-ee.ru/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ПО Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual
П.2	ПО Micro-Cap 10 Evaluation
П.3	ПО Microsoft Teams
П.4	ПО Zoom
П.5	ПО MATLAB & Simulink

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<a href="http://техэксперт.рус/">http://техэксперт.рус/</a> - «Техэксперт» (профессиональные справочные системы)
И.2	<a href="https://online-electric.ru/dbase.php">https://online-electric.ru/dbase.php</a> - Онлайн электрик: база данных
И.3	<a href="http://journals.ioffe.ru/journals/2">http://journals.ioffe.ru/journals/2</a> - "Физика и техника полупроводников"

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
139	Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся	Компьютер в сборе, 13 шт. Колонки Genius SP-S110, 1 шт. Проектор Acer с потолочным креплением P5206(3D), 1 шт. Экран Lumien Eco Picture 200x200 см, 1 шт. Коммутатор D-Link 16порт, 1 шт. Веб-камера Logitech, 1 шт. Стол компьютерный, 12 шт. Стол ученический, 7 шт. Стул ученический, 25 шт.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online (работа в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.) и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Возможно проведение синхронной работы со студентами с использованием Microsoft Teams или Zoom. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.