

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 16.01.2023 11:40:40  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физические основы электроники

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 85

самостоятельная работа 95

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	23	23	23	23
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	95	95	95	95
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*Ст. препод., Бельх Д.В.*

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\_21\_Электроэнергетика и электротехника\_ПрЭПиА\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.04.2021, протокол № 30

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль - Электропривод и автоматика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.04.2021, протокол № 30

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
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Компьютерное моделирование электроприводов	
2.2.2	Математическое моделирование в технике	
2.2.3	Государственная итоговая аттестация	

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

<b>ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, знания фундаментальных наук при решении профессиональных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 фундаментальные законы электротехники, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-2-У1 вести дискуссию по профессиональной тематике, объяснять сущность физических явлений и процессов	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-2-В1 навыками дискуссии по профессиональной тематике, терминологией в области электроники	

**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	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	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.3	Расчет характеристик схем выпрямления на полупроводниковых диодах. /Пр/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.4	Однофазный неуправляемый выпрямитель /Лаб/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.2Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие	КМ1	Р1

1.5	Изучение характеристик р-п перехода и полупроводниковых диодов. /Ср/	4	12	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Расчет статических характеристик транзисторов /Пр/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	5	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.2Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
2.8	Изучение характеристик биполярных транзисторов. /Ср/	4	24	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	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	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	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	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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Принцип работы, характеристики и параметры МДП-транзисторы. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.6	Расчет статических характеристик полевых транзисторы. /Пр/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		
4.7	Расчет усилительных каскадов на полевых транзисторы. /Пр/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.8	Однокаскадный усилитель /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.2Л3.2 Л3.3 Л3.6 Э1 Э2 Э3 Э4	Групповое занятие		

4.9	Выполнение домашней работы /Ср/	4	24	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л2.3Л2.2 Л3.3 Л3.6Л1.1 Л3.4 Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ5	Р5,Р6
<b>Раздел 5. Оптоэлектронные приборы</b>								
5.1	Полупроводниковые излучатели и фотоприемники. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.1Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р6
5.5	Расчет схем с оптоэлектронными приборами /Пр/	4	8	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ6	
5.6	Подготовка к зачету с оценкой /Ср/	4	23	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и основные характеристики сглаживающих фильтров.</li> <li>2. Двухполупериодный неуправляемый выпрямитель с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора.</li> <li>3. Внешняя характеристика неуправляемых выпрямителей (без фильтра и с С-фильтром)</li> <li>4. Выпрямительный диод и структурная схема неуправляемого выпрямителя.</li> <li>5. Однополупериодный неуправляемый выпрямитель. Схема, диаграммы работы, основные расчетные соотношения.</li> </ol>
КМ2	Лабораторная работа №2 "Исследование характеристик биполярных транзисторов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство и принцип работы биполярного транзистора.</li> <li>2. Схема замещения биполярного транзистора в режиме малого сигнала и определение по ней основных параметров усилителя.</li> <li>3. h-параметры биполярного транзистора. Физический смысл и способ определения по входным и выходным ВАХ.</li> <li>4. Вольт-амперные характеристики и основные режимы работы биполярных транзисторов.</li> </ol>
КМ3	Лабораторная работа №3 "Исследование тиристоров"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тиристоры, классификация тиристоров, принцип действия, характеристики.</li> <li>2. Электронно-дырочный переход, образование структуры и свойства.</li> <li>3. Физические явления в P-N структуре при воздействии прямого и обратного напряжения.</li> <li>4. Обратное подключение P-N-перехода</li> </ol>
КМ4	Лабораторная работа №4 "Однокаскадный усилитель"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные схемы цепей смещения для однокаскадного усилителя на биполярном транзисторе. Расчетные соотношения для определения сопротивлений цепей смещения.</li> <li>2. Назначение элементов и принцип работы однокаскадного усилителя с общим эмиттером.</li> <li>3. Амплитудно-частотная характеристика однокаскадного усилителя.</li> <li>4. Принцип температурной стабилизации точки покоя транзистора в схеме эмиттерной стабилизации.</li> </ol>
КМ5	Лабораторная работа №5 "Двухкаскадный усилитель с обратной связью на транзисторах"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциальный каскад: принцип работы ДК, роль ООС/П в ДК. Реакция каскада на воздействие синфазных и асинфазных сигналов, поступающих на входы ДК.</li> <li>2. Типовая схема дифференциального каскада: принцип работы ДК структуре с динамической нагрузкой и узлом термостабилизации.</li> <li>3. Отражатели тока. Принцип работы. Типовая схема ОТ, масштабирование токов в ОТ.</li> </ol>

КМ6	Теоретические вопросы для подготовки к промежуточной аттестации	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-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"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-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"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-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"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-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	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):

- К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре лежит в пределах от  $10^{-4}$  до  $10^{10}$  Ом·см, принято относить
  - проводники;
  - полупроводники;
  - изоляторы;
  - диэлектрики.
- К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре более  $10^{10}$  Ом·см, принято относить
  - проводники;
  - полупроводники;
  - диэлектрики;
  - металлы.
- К веществам, удельное сопротивление которых при комнатной температуре менее  $10^{-4}$  Ом·см, принято относить
  - проводники;
  - полупроводники;
  - диэлектрики;
  - изоляторы.
- Какой класс веществ составляет основу современной электроники?
  - проводники;
  - полупроводники;
  - диэлектрики;
  - аморфные тела.
- 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. Выберите верное утверждение.
  - Верно только А;
  - Верно только В;
  - Оба утверждения верны;
  - Оба утверждения неверны.
- 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
  - кристаллами;
  - полимерными веществами;
  - аморфными телами;
  - веществами дальнего порядка.
- Тип связи, которая осуществляется взаимодействием свободных электронов и положительно заряженных атомов ядер, называется
  - ионная;
  - ковалентная;
  - металлическая;
  - 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)  $X_c = 1/(2\pi fC)$ ;
- 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 вольтам-перной характеристики (ВАХ)?

- 1) тиристор;
- 2) варикап;
- 3) стабилитрон;
- 4) фотодиод.

27. Токи в биполярном p-n-p транзисторе связаны выражением

- 1)  $I_b = I_e + I_k$ ;
- 2)  $I_k = I_b + I_e$ ;
- 3)  $I_e = I_b - I_k$ ;
- 4)  $I_e = I_b + I_k$ .

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	КиберЛеника	<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.