

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.В.ДВ.02.02 Силовая электроника в системах  
электрообеспечения железных дорог**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация/профиль – Электрообеспечение железных дорог

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет

Кафедра-разработчик программы – Электроэнергетика транспорта

Общая трудоемкость в з.е. – 6

Часов по учебному плану (УП) – 216

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 4/4

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 5 семестр, экзамен 6 семестр, курсовая работа 6 семестр

заочная форма обучения:

зачет 4 курс, экзамен 4 курс, курсовая работа 4 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	5	6	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	34/2	51/2	<b>85/4</b>
– лекции	17	17	<b>34</b>
– практические (семинарские)		17	<b>17</b>
– лабораторные	17/2	17/2	<b>34/4</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	38	57	<b>95</b>
<b>Экзамен</b>		36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>72/2</b>	<b>144/2</b>	<b>216/4</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	20/4	<b>20/4</b>
– лекции	8	<b>8</b>
– практические (семинарские)	4	<b>4</b>
– лабораторные	8/4	<b>8/4</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	174	<b>174</b>
<b>Зачет</b>	4	<b>4</b>
<b>Экзамен</b>	18	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>216/4</b>	<b>216/4</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, профессор, Л.А. Астраханцев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроэнергетика транспорта», протокол от «21» мая 2024 г. № 11

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

В.А. Тихомиров

<b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель дисциплины</b>	
1	получение знаний о физических основах работы полупроводниковых приборов, их принципах действия, параметрах и характеристиках устройств электронной техники и преобразователей
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	научиться выполнять расчеты, исследование и моделирование устройств электронной техники и преобразователей
2	освоить методы обслуживания и ремонта устройств электроники и преобразователей в электроснабжении
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.48 Тяговые и трансформаторные подстанции
2	Б1.О.50 Контактные сети и линии электропередач
3	Б1.О.53 Электроснабжение железных дорог
4	Б1.О.54 Сооружение, монтаж и эксплуатация устройств электроснабжения
5	Б1.В.ДВ.02.01 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении
6	Б1.В.ДВ.03.01 Компьютерное проектирование и моделирование систем электроснабжения
7	Б1.В.ДВ.04.01 Электрические сети и системы
8	Б1.В.ДВ.05.01 Энергосбережение в системах электроснабжения
9	Б1.В.ДВ.06.01 Техника высоких напряжений
10	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
11	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
12	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций,	ПК-4.1 Применяет знания устройства, принципа действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, узлов и устройств контактной сети и	Знать: устройство, принцип действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов электронной техники, узлов и устройств полупроводниковых преобразователей на тяговых преобразовательных подстанциях и на линейных устройствах системы тягового электроснабжения
		Уметь: применять технические характеристики, параметры силовых полупроводниковых приборов для выпрямителей, инверторов и других преобразователей на тяговых преобразовательных подстанциях и на линейных устройствах системы тягового электроснабжения; расследовать, учитывать и анализировать неисправности преобразовательной техники

линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока	воздушных линий электропередачи	Владеть: навыками организации эксплуатации техническому обслуживанию, ремонту электронной техники и преобразователей; навыками оперативного руководства технической эксплуатацией электронной техники и преобразователей в электроснабжении
	ПК-4.2 Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Знать: фундаментальные инженерные теории для расчета параметров и технических характеристик электронной преобразовательной техники; принципы совершенствования преобразовательной техники в электроснабжении при модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения
		Уметь: разрабатывать организационные и технические мероприятия для обеспечения надежной и эффективной работы оборудования при технической эксплуатации электронной техники и преобразователей.
		Владеть: навыками разработки мелкооперационной и комплексной технологий технического обслуживания и ремонта электронной техники, преобразователей и систем обеспечения движения поездов; выбора мест для размещения транспортных средств и бригад технического обслуживания устройств.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники.</b>										
1.1	Изучение теории раздела 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники. Электронная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Исторический очерк развития силовой и информационной электроники. Классификация элементов и устройств электронных устройств. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.	5	2			10	4/уст.			5	ПК-4.1
1.2	Общие свойства проводников, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводниковых структур. Основы зонной теории полупроводников.	5	2	4	4		4/уст.			5	ПК-4.1

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образование и свойства электронно-дырочного перехода при включении его в электрическую цепь. Пробой электронно-дырочного перехода. Понятие о технологии формирования электронно-дырочного перехода.										
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Полупроводниковые диоды</b>										
2.1	Выпрямляющий элемент как главный рабочий элемент диода. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие о лавинных диодах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции диодов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение диодов. Разбросы параметров и характеристик диодов.	5	2	4/2	4	4/уст.	3	2/2	6	ПК-4.1	
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Транзисторы.</b>										
3.1	Принцип действия биполярных транзисторов. Физические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электрическую цепь. Характеристики, параметры и классификация биполярных транзисторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисторов, типы переходов. Силовые транзисторы. Усилительный и ключе-	5	2	4	4	4/уст.	2	2	10	ПК-4.1	

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			Курс	Часы			
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр	
	<p>вой режимы работы тран-зистора.</p> <p>Усилительный каскад на транзисторе.</p> <p>Исследование транзисто-ров для усиления непре-рывных электрических сигналов.</p> <p>Классы усиле-ния.</p> <p>Работа транзистора в ключевом режиме. При-менение транзисторных ключевых схем в импуль-сных устройствах. Усили-тельные каскады на тран-зисторах. Обратная связь в усилителях.</p> <p>Промежу-точные и оконечные уси-лители.</p> <p>Стабилизация по-ложения рабочей точки.</p> <p>Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.</p>									
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Тиристоры.</b>									
4.1	<p>Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические процессы в четырехслойной полупроводниковой структуре.</p> <p>Вольтамперная характеристика тиристора. Переходные процессы при включении и выключении тиристоров, способы выключения тиристоров.</p> <p>Предельные и характеризующие параметры тиристора.</p> <p>Потери мощности в тиристорах.</p> <p>Характеристика цепи управления тиристора и выбор параметров сигнала управления с учетом технологического разброса характеристик.</p> <p>Групповое соединение тиристоров.</p> <p>Классификация тиристоров, конструкции силовых тиристоров. Понятие о запираемых тиристорах.</p> <p>Другие виды силовых тиристоров.</p>	5	2		8	4/уст.			10	ПК-4.1

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Цифровая электроника. Электрические носители информации.</b>										
5.1	Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления информации: аналоговая и цифровая. Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной реализации. Логический базис и функции-ональные полные системы логических элементов. Реализация комбинацион-ных схем в различном логическом базисе. Аналого-цифровые и циф-ро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преобразования (АЦП), АЦП последовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величины-ны в интервал. Структур-ные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их приме-ние. Определение и клас-сификация триггеров. Простейшие и универ-сальные триггеры. Триг-геры со счетным входом. Триггеры как элементы запоминающих и счетных устройств. Последова-тельностьные логические схемы. Электронные дво-ичные счетчики, регистры, запоминающие устрой-ства, шифраторы, дешиф-раторы.	5	2	4	8	4/уст.			14	ПК-4.1	
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Специальные типы полупроводниковых приборов.</b>										
6.1	Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототири-сторы и фоторезисторы, их применение в оптро-нах. Туннельные диоды.	5	2		6	4/уст.			10	ПК-4.1	

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
	Термисторы, варисторы, позисторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых приборов.											
	Форма промежуточной аттестации – зачет	5				4/зимняя		4				
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Выпрямители.</b>											
7.1	Назначение и классификация выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрямительный агрегат (выпрямитель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	6	2	2		2	4/зимняя			8	ПК-4.2	
7.2	Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные соотношения между токами и напряжениями.	6		2	8/2	4	4/зимняя	2		2/2	6	ПК-4.2
7.3	Электромагнитные процессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводниковых приборов и трансформатора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктивности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы теории коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС.	6	2	2		2	4/зимняя				10	ПК-4.2
7.4	Управляемые выпрямители. Регулирование среднего выпрямленного напряжения. Внешние характеристики управляемых и управляемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Применение однофазных выпрямителей на элек-	6		1	2	2	4/зимняя	1		2	8	ПК-4.2



#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	троподвижном составе. Выпрямители с принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях.										
7.5	Энергетические показатели выпрямителей. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия выпрямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.	6	2	2	4	4/зимняя				8	ПК-4.2
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Инверторы.</b>										
8.1	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого инвертора. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого инвертора.	6			5	4/зимняя				10	ПК-4.2
8.2	Назначение и классификация автономных инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов. Классификация автономных	6	2	2	5	4/зимняя				8	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	инвер-торов. Автономные ин-верторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инвер-торы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммута-ции тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.										
<b>9.0</b>	<b>Раздел 9. Импульсные преобразователи постоянного тока.</b>										
9.1	Назначение и классификация импульсных преоб-разователей. Принцип импульсного регулирова-ния напряжения постоян-ного тока. Способы моду-ляции. Применение им-пульсных преобразовате-лей на ЭПС. Схемы им-пульсных преобразовате-лей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напря-жения. Узлы принуди-тельной коммутации. Электромагнитные про-цессы при импульсном регулировании напряже-ния.	6	2	2	6	4/зимняя				9	ПК-4.2
<b>10.0</b>	<b>Раздел 10. Сложные преобразователи электрической энергии.</b>										
10.1	Понятие о сложных пре-образователях электриче-ской энергии, включаю-щих несколько ступеней преобразования. Класси-фикация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразо-вателей в электрической тяге. Преобразователи частоты.	6	2		2	4/зимняя				6	ПК-4.2
<b>11.0</b>	<b>Раздел 11. Системы управления преобразователями.</b>										
11.1	Назначение системы управления.	6		2	2	4/зимняя					ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	Технические требования и классификация. Структурные и функциональные схемы систем управления. Принципы построения управления различными преобразователями.										
11.2	Основные узлы систем управления. Задающие генераторы, генераторы импульсов, формирователи импульсов, фазосдвигающие и синхронизирующие устройства, выходные цепи. Принцип расчета и выбора блоков и узлов системы управления.	6	2	2	2	4/зимняя					ПК-4.2
<b>12.0</b>	<b>Раздел 12. Проектирование преобразователей.</b>										
12.1	Проектирование преобразователей. Общие требования к конструкциям преобразователей ЭПС. Порядок выполнения электрических и тепловых расчетов преобразователей. Назначение и состав расчетов. Расчетные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчеты энергетических характеристик.	6	2			4/зимняя		2		8	ПК-4.2
12.2	Расчет силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягового трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.	6			2	4/зимняя		2		6	ПК-4.2
12.3	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относительно мгновенных значений напряжения первой	6		2		4/зимняя				8	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициента мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя										
12.4	Расчет индуктивности цепи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной установки. Временные диаграммы ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защитных элементов выпрямителя.	6			2	4/зимняя					ПК-4.2
12.5	Проектирование системы управления выпрямителем». Формулировки функций, которые должна выполнять система управления. Функциональная схема системы управления. Выбирается конструкция отдельных блоков, их принципиальная схема и проверяется их совместимость друг с другом.	6	2		2	4/зимняя			7		ПК-4.2
12.6	Разработка принципиальной электрической схемы системы управления. Временные диаграммы напряжений на выходе блоков системы управления и их взаимосвязь.	6			1	4/зимняя					ПК-4.2
12.7	Расчет и выбор элементов системы управления. Рассчитывается блок выходных усилителей и выполняется расчет других блоков в последовательности противоположной направлению сигналов в системе управления.	6	2		2	4/зимняя			6		ПК-4.2
12.8	Завершение расчета и выбора элементов системы управления. В последнюю очередь выполняется расчет блоков питания.	6			1	4/зимняя					ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
12.9	Сводная таблица элементов системы управления. Защита курсовой работы	6		2		1	4/зимняя				2	ПК-4.2
<b>13.0</b>	<b>Раздел 13. Математическое моделирование преобразователей.</b>											
13.1	Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей.	6	2			1	4/зимняя				2	ПК-4.2
<b>14.0</b>	<b>Раздел 14. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги поездов.</b>											
14.1	Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка изоляции силовых цепей преобразователя.	6	2			1	4/зимняя				2	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы			Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	6	36			4/летняя	18			ПК-4.1 ПК-4.2	
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	34/4	95		8	4	8/4	174

#### 5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

#### 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.1.1	Бурков, А.Т. Электроника и преобразовательная техника. Том 1: Электроника : учебник: в 2 т. / рец. Ф. Д. Железнов. — Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 480 с. — URL: <a href="https://umczdt.ru/books/1201/18647/">https://umczdt.ru/books/1201/18647/</a> (дата обращения: 26.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.2	Соколов, О. А. Электроника в устройствах автоматики на транспорте : учебное пособие / О. А. Соколов, П. С. Назаров, Д. О. Соколов. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2022. — 195 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/292376">https://e.lanbook.com/book/292376</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

##### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.2.1	Лачин, В. И. Электроника : учеб. пособие - 3-е изд., перераб. и доп. / В. И. Лачин, Н. С. Савелов ; ред. : И. Жилияков. Ростов н/Д : Феникс, 2002. - 572с.	88

##### 6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.3.1	Астраханцев Л.А., Методические указания по изучению дисциплины 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов по специализации электроснабжение железных дорог/ И.И. Иванов ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 22 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_49622_1416_2024_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_49622_1416_2024_1_signed.pdf</a>	Онлайн

##### 6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

##### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

##### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>

6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>	
6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Лаборатория Л-104 «Электронная техника и преобразователи в электроснабжении» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). Стенд маломощный блок питания, ЭС1А/1, Стенд ЭС1А/1, Стенд ЭС5А, Осциллограф С1-83, Осциллограф С1-93, Прибор К-505
3	Лаборатория Л-112 «Ресурсосберегающие технологии» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). Типовой комплект учебного оборудования «Электротехника и основы электроники» ЭТ и ОЭ2-СК
4	Учебная аудитория Г-313 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
5	Учебная аудитория Д-211 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
6	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой,</p>

	<p>чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul>



	<p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Силовая электроника в системах электроснабжения железных дорог» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Силовая электроника в системах электроснабжения железных дорог» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>5 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники</b>			
1.1	Текущий контроль	Изучение теории раздела 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники. Электронная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Исторический очерк развития силовой и информационной электроники. Классификация элементов и устройств электронных устройств. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.	ПК-4.1	
1.2	Текущий контроль	Общие свойства проводников, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводниковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образование и свойства электронно-дырочного перехода при включении его в электрическую цепь. Пробой электронно-дырочного перехода. Понятие о технологии формирования электронно-дырочного перехода.	ПК-4.1	
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Полупроводниковые диоды</b>			
2.1	Текущий контроль	Выпрямляющий элемент как главный рабочий элемент диода. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие о лавинных диодах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции диодов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов	ПК-4.1	

		и охлаждающей системы. Групповое соединение диодов. Разбросы параметров и характеристик диодов.		
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Транзисторы</b>			
3.1	Текущий контроль	<p>Принцип действия биполярных транзисторов. Физические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электрическую цепь.</p> <p>Характеристики, параметры и классификация биполярных транзисторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисторов, типы переходов.</p> <p>Силовые транзисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзистора. Усилительный каскад на транзисторе. Исследование транзисторов для усиления непрерывных электрических сигналов. Классы усиления. Работа транзистора в ключевом режиме. Применение транзисторных ключевых схем в импульсных устройствах. Усилительные каскады на транзисторах. Обратная связь в усилителях. Промежуточные и оконечные усилители. Стабилизация положения рабочей точки. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.</p>	ПК-4.1	
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Тиристоры</b>			
4.1	Текущий контроль	<p>Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические процессы в четырехслойной полупроводниковой структуре. Вольтамперная характеристика тиристора. Переходные процессы при включении и выключении тиристоров, способы выключения тиристоров. Предельные и характеризующие параметры тиристора. Потери мощности в тиристорах. Характеристика цепи управления тиристора и выбор параметров сигнала управления с учетом технологического разброса характеристик. Групповое соединение тиристоров. Классификация тиристоров, конструкции силовых тиристоров. Понятие о запираемых тиристорах. Другие виды силовых тиристоров.</p>	ПК-4.1	
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Цифровая электроника. Электрические носители информации</b>			

5.1	Текущий контроль	Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления информации: аналоговая и цифровая. Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной реализации. Логический базис и функциональные полные системы логических элементов. Реализация комбинационных схем в различном логическом базисе. Аналого-цифровые и циф-ро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преобразования (АЦП), АЦП последовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величины в интервал. Структурные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их применение. Определение и классификация триггеров. Простейшие и универсальные триггеры. Триггеры со счетным входом. Триггеры как элементы запоминающих и счетных устройств. Последовательностные логические схемы. Электронные двоичные счетчики, регистры, запоминающие устройства, шифраторы, дешифраторы.	ПК-4.1	
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Специальные типы полупроводниковых приборов</b>			
6.1	Текущий контроль	Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототиристоры и фоторезисторы, их применение в оптронах. Туннельные диоды. Термисторы, варисторы, позисторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых приборов.	ПК-4.1	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Зачет		Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>6 семестр</b>				
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Выпрямители</b>			
7.1	Текущий контроль	Назначение и классификация выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрямительный агрегат (выпрямитель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	ПК-4.2	
7.2	Текущий контроль	Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема	ПК-4.2	

		выпрямления и основные соотношения между токами и напряжениями.		
7.3	Текущий контроль	Электромагнитные процессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводниковых приборов и трансформатора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктивности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы теории коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС.	ПК-4.2	
7.4	Текущий контроль	Управляемые выпрямители. Регулирование среднего выпрямленного напряжения. Внешние характеристики неуправляемых и управляемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Применение однофазных выпрямителей на электроподвижном составе. Выпрямители с принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях.	ПК-4.2	
7.5	Текущий контроль	Энергетические показатели выпрямителей. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия выпрямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.	ПК-4.2	
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Инверторы</b>			
8.1	Текущий контроль	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого инвертора. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого инвертора.	ПК-4.2	
8.2	Текущий контроль	Назначение и классификация автономных инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов.	ПК-4.2	

		Классификация автономных инверторов. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.		
<b>9.0</b>	<b>Раздел 9. Импульсные преобразователи постоянного тока</b>			
9.1	Текущий контроль	Назначение и классификация импульсных преобразователей. Принцип импульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей на ЭПС. Схемы импульсных преобразователей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряжения. Узлы принудительной коммутации. Электромагнитные процессы при импульсном регулировании напряжения.	ПК-4.2	
<b>10.0</b>	<b>Раздел 10. Сложные преобразователи электрической энергии</b>			
10.1	Текущий контроль	Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих несколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты.	ПК-4.2	
<b>11.0</b>	<b>Раздел 11. Системы управления преобразователями</b>			
11.1	Текущий контроль	Назначение системы управления. Технические требования и классификация. Структурные и функциональные схемы систем управления. Принципы построения управления различными преобразователями.	ПК-4.2	
11.2	Текущий контроль	Основные узлы систем управления. Задающие генераторы, генераторы импульсов, формирователи импульсов, фазосдвигающие и синхронизирующие устройства, выходные цепи. Принцип расчета и выбора блоков и узлов системы управления.	ПК-4.2	
<b>12.0</b>	<b>Раздел 12. Проектирование преобразователей</b>			
12.1	Текущий контроль	Проектирование преобразователей. Общие требования к конструкциям преобразователей ЭПС. Порядок выполнения электрических и тепловых расчетов преобразователей. Назначение и состав расчетов. Расчетные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и	ПК-4.2	



		аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчеты энергетических характеристик.		
12.2	Текущий контроль	Расчет силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягового трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.	ПК-4.2	
12.3	Текущий контроль	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относительно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициента мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя	ПК-4.2	
12.4	Текущий контроль	Расчет индуктивности цепи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной установки. Временные диаграммы ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защитных элементов выпрямителя.	ПК-4.2	
12.5	Текущий контроль	Проектирование системы управления выпрямителем». Формулировки функций, которые должна выполнять система управления. Функциональная схема системы управления. Выбирается конструкция отдельных блоков, их принципиальная схема и проверяется их совместимость друг с другом.	ПК-4.2	
12.6	Текущий контроль	Разработка принципиальной электрической схемы системы управления. Временные диаграммы напряжений на выходе блоков системы управления и их взаимосвязь.	ПК-4.2	
12.7	Текущий контроль	Расчет и выбор элементов системы управления. Рассчитывается блок выходных усилителей и выполняется расчет других блоков в последовательности противоположной направлению сигналов в системе управления.	ПК-4.2	
12.8	Текущий контроль	Завершение расчета и выбора элементов системы управления. В последнюю очередь	ПК-4.2	

		выполняется расчет блоков питания.		
12.9	Текущий контроль	Сводная таблица элементов системы управления. Защита курсовой работы	ПК-4.2	
<b>13.0</b>	<b>Раздел 13. Математическое моделирование преобразователей</b>			
13.1	Текущий контроль	Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей.	ПК-4.2	
<b>14.0</b>	<b>Раздел 14. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги поездов</b>			
14.1	Текущий контроль	Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка изоляции силовых цепей преобразователя.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Экзамен	ПК-4.1 ПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

### **Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения**

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>4 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники.</b>			
1.1	Текущий контроль	Изучение теории раздела 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники. Электронная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Исторический очерк развития силовой и информационной электроники. Классификация элементов и устройств электронных устройств. Современное состояние и основные тенденции	ПК-4.1	

		раз-вития силовой и информа-ционной электроники.		
1.2	Текущий контроль	Общие свойства проводников, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводниковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образование и свойства электронно-дырочного перехода при включении его в электрическую цепь. Пробой электронно-дырочного перехода. Понятие о технологии формирования электронно-дырочного перехода.	ПК-4.1	
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Полупроводниковые диоды</b>			
2.1	Текущий контроль	Выпрямляющий элемент как главный рабочий элемент диода. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие о лавинных диодах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции диодов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение диодов. Разбросы параметров и характеристик диодов.	ПК-4.1	
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Транзисторы.</b>			
3.1	Текущий контроль	Принцип действия бипо-лярных транзисторов. Фи-зические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электриче-скую цепь. Характеристи-ки, параметры и класси-фикация биполярных транзисторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, пара-метры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисто-ров, типы переходов. Си-ловые транзисторы. Усилительный и ключе-вой режимы работы тран-зистора. Усилительный каскад на транзисторе. Исследование транзисто-ров для усиления непре-рывных электрических сигналов. Классы усиле-ния. Работа транзистора в ключевом режиме. При-менение транзисторных ключевых схем в импуль-сных устройствах. Усили-тельные каскады на тран-зисторах. Обратная связь в усилителях. Промежу-точные и окончные уси-лители.	ПК-4.1	

		Стабилизация по-ложения рабочей точки. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.		
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Тиристоры.</b>			
4.1	Текущий контроль	Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические процессы в четырехслойной полупроводниковой структуре. Вольтамперная характеристика тиристора. Переходные процессы при включении и выключении тиристоров, способы выключения тиристоров. Предельные и характеризующие параметры тиристора. Потери мощности в тиристорах. Характеристика цепи управления тиристора и выбор параметров сигнала управления с учетом технологического разброса характеристик. Групповое соединение тиристоров. Классификация тиристоров, конструкции силовых тиристоров. Понятие о запираемых тиристорах. Другие виды силовых тиристоров.	ПК-4.1	
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Цифровая электроника. Электрические носители информации.</b>			
5.1	Текущий контроль	Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления информации: аналоговая и цифровая. Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной реализации. Логический базис и функциональные полные системы логических элементов. Реализация комбинацион-ных схем в различном логическом базисе. Аналого-цифровые и циф-ро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового пре-образования (АЦП), АЦП последовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величи-ны в интервал. Структур-ные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их приме-ние. Определение и клас-сификация триггеров. Простейшие и универ-сальные триггеры. Триг-геры со счетным входом. Триггеры как элементы запоминающих и счетных устройств. Последова-тельностьные логические схемы. Электронные дво-ичные счетчики, регистры,	ПК-4.1	

		запоминающие устройства, шифраторы, дешифраторы.		
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Специальные типы полупроводниковых приборов.</b>			
6.1	Текущий контроль	Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототиристоры и фоторезисторы, их применение в оптронах. Туннельные диоды. Термисторы, варисторы, позисторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых приборов.	ПК-4.1	Собеседование (устно)
<b>4 курс, сессия зимняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Зачет		Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>4 курс, сессия зимняя</b>				
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Выпрямители.</b>			
7.1	Текущий контроль	Назначение и классификация выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрямительный агрегат (выпрямитель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	ПК-4.2	
7.2	Текущий контроль	Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные соотношения между токами и напряжениями.	ПК-4.2	
7.3	Текущий контроль	Электромагнитные процессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводниковых приборов и трансформатора при идеальном сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктивности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы теории коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС.	ПК-4.2	
7.4	Текущий контроль	Управляемые выпрямители. Регулирование среднего выпрямленного напряжения. Внешние характеристики управляемых и управляемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Применение однофазных выпрямителей на электроподвижном составе. Выпрямители с принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях.	ПК-4.2	

7.5	Текущий контроль	Энергетические показатели выпрямителей. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия выпрямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.	ПК-4.2	
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Инверторы.</b>			
8.1	Текущий контроль	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого инвертора. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого инвертора.	ПК-4.2	
8.2	Текущий контроль	Назначение и классификация автономных инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов. Классификация автономных инверторов. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.	ПК-4.2	
<b>9.0</b>	<b>Раздел 9. Импульсные преобразователи постоянного тока.</b>			
9.1	Текущий контроль	Назначение и классификация импульсных преобразователей. Принцип импульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей на ЭПС. Схемы импульсных преобразователей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряжения. Узлы принудительной коммутации. Электромагнитные процессы при импульсном регулировании напряжения.	ПК-4.2	
<b>10.0</b>	<b>Раздел 10. Сложные преобразователи электрической энергии.</b>			
10.1	Текущий контроль	Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих несколько ступеней	ПК-4.2	

		преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты.		
<b>11.0</b>	<b>Раздел 11. Системы управления преобразователями.</b>			
<b>12.0</b>	<b>Раздел 12. Проектирование преобразователей.</b>			
12.1	Текущий контроль	Проектирование преобразователей. Общие требования к конструкциям преобразователей ЭПС. Порядок выполнения электрических и тепловых расчетов преобразователей. Назначение и состав расчетов. Расчетные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчеты энергетических характеристик.	ПК-4.2	
12.2	Текущий контроль	Расчет силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягового трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.	ПК-4.2	
12.3	Текущий контроль	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относительно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициента мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя	ПК-4.2	
12.4	Текущий контроль	Проектирование системы управления выпрямителем». Формулировки функций, которые должна выполнять система управления. Функциональная схема системы управления. Выбирается конструкция отдельных блоков, их принципиальная схема и проверяется их совместимость друг с другом.	ПК-4.2	
12.5	Текущий контроль	Расчет и выбор элементов системы управления. Рассчитывается блок выходных усилителей и выполняется расчет других блоков в последовательности противоположной направлению сигналов в системе управления.	ПК-4.2	
12.6	Текущий контроль	Сводная таблица элементов системы управления. Защита курсовой работы	ПК-4.2	

<b>13.0</b>	<b>Раздел 13. Математическое моделирование преобразователей.</b>			
13.1	Текущий контроль	Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей.	ПК-4.2	
<b>14.0</b>	<b>Раздел 14. Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Особенности эксплуатации преобразователей в устройствах электрической тяги поездов.</b>			
14.1	Текущий контроль	Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка изоляции силовых цепей преобразователя.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>4 курс, сессия летняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Экзамен	ПК-4.1 ПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций.**

#### **Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.



### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
4	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного	Базовый

		материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

#### Тест – промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена

Шкала оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ Не было попытки выполнить задание

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

#### **3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

1. Рассказать устройство биполярных транзисторов.
2. Изобразить электронную структуру биполярных транзисторов различных типов проводимости.
3. Рассказать принцип действия биполярных транзисторов различных типов проводимости.
4. Каким образом обеспечивается усиление сигнала в усилителях на биполярных транзисторах?
5. Рассказать методику определения выводов транзистора, типа проводимости и исправности биполярных транзисторов.
6. Раскрыть буквенные и цифровые обозначения на корпусе транзисторов, с которыми проводились опыты.
7. Изложить методику проведения опытов для исследования зависимости коэффициента усиления по току транзисторов от тока базы.
8. Каким образом выполнялось измерение тока базы в процессе исследования коэффициента усиления по току биполярного транзистора?
9. Что такое коэффициент усиления биполярного транзистора по току, по напряжению?
10. Рассказать принцип действия транзисторного ключа.
11. Как работает транзисторный инвертор в первый и во второй полупериод периодического входного сигнала прямоугольной формы?
12. Почему напряжение на выходе транзисторного инвертора больше напряжения на входе?
13. Как происходит инвертирование сигнала прямоугольной формы генератора ГСС с помощью транзисторного инвертора?
14. Что означает ключевой режим работы транзисторного усилителя?
15. Назначение и устройство усилительного каскада низкой частоты.
16. Назначение отдельных элементов усилителя низкой частоты.
17. Каким образом обеспечивается снижение нелинейных искажений в усилителях низкой частоты на биполярных транзисторах?
18. Что понимается под нелинейными искажениями выходного сигнала усилителей низкой частоты?
19. Назвать области применения усилителей низкой частоты.
20. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по постоянному току?
21. Каким образом устанавливали рабочую точку биполярного транзистора в усилителе низкой частоты?
22. Назначение резистора  $R_3$  и конденсатора  $C_3$  ?
23. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по переменному току?
24. Каким образом определялся коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада низкой частоты?
25. Почему происходит инвертирование сигнала при работе усилительного каскада низкой частоты?
26. Как определялись токи базы, коллектора в рабочей точке транзистора усилительного каскада низкой частоты?
27. Почему получается низкий коэффициент полезного действия у усилительных каскадов низкой частоты?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототири-сторы и фоторезисторы, их применение в оптро-нах. Туннельные диоды. Термисторы, варисторы, позисторы, магниторези-сторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых приборов.»

1. Рассказать методику исследования ВАХ полупроводникового диода при прямом и обратном включении, обратив особое внимание на изменение параметров источника питания, пределов измерения контрольно-измерительных приборов и уровни потенциалов на электродах диода.
2. Объясните, почему у полупроводникового диода при прямом включении электропроводность увеличивается с повышением напряжения?
3. Объясните, почему у полупроводникового диода при обратном включении электропроводность снижается?
4. До какого уровня можно увеличивать прямой ток диода, какие физические процессы происходят в электронной структуре диода при увеличении прямого тока и что нужно предпринять, чтобы прибор не повредить?
5. До какого уровня можно увеличивать напряжение, прикладываемое к диоду в обратном направлении?
6. По какому значению обратного напряжения заводы указывают класс диода по напряжению?
7. Назовите параметры диода, которые указывают заводы-изготовители в паспорте диода, в справочниках, на корпусе силового диода.
8. Назовите причину возникновения обратного тока в диоде, для какого режима работы диода заводами указывается величина обратного тока?
9. Как влияет повышение температуры электронной структуры на вольтамперные характеристики диода?
10. Каким образом можно проверить исправность диода с помощью мультиметра?
11. Почему возникает необходимость проверки исправности диода при рабочем напряжении?
12. Чем объясняется сглаженная (близкая к прямоугольной) форма напряжения на диоде (рис. 2.3) во время его проводящего состояния при синусоидальной форме напряжения на вторичной обмотке трансформатора?
13. Расскажите работу схемы (рис. 2.3) и распределение напряжения по элементам схемы в первый и во второй полупериод переменного входного напряжения.
14. Расскажите, как выполняется преобразование синусоидального напряжения на вторичной обмотке трансформатора в напряжение прямоугольной формы с помощью диодного ограничителя (рис. 2.4).
15. Какой уровень напряжения получается на выходе диодного ограничителя (рис. 2.4)? Изложите обоснование данного уровня напряжения.
16. Назначение электронно-лучевого осциллографа, какие электрические величины и значения этих величин можно измерить с помощью электронно-лучевого осциллографа?
17. Как определить штекер для подачи входного сигнала на осциллограф?
18. Каким образом можно определить полярность электрических сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа?
19. Каким образом можно определить масштаб по вертикальной оси на экране осциллографа?
20. Как определить масштаб по горизонтальной оси на экране осциллографа?
21. Какими органами управления достигается устойчивое изображение на экране осциллографа?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка

изоляции силовых цепей преобразователя.»

1. Дать пояснения относительно названия устройства «Эмиттерный повторитель». Назначение эмиттерного повторителя?
2. Какая схема включения биполярного транзистора применяется для создания эмиттерного повторителя.
3. Почему напряжение на выходе эмиттерного повторителя меньше напряжения на входе?
4. Почему напряжение генератора стандартных сигналов снижается при подключении к нему эмиттерного повторителя без источника питания ( $E_k = 0$ )?
5. Как объяснить увеличение напряжения ГСС при подаче напряжения питания на эмиттерный повторитель ( $E_k = 12 \text{ В}$ )?
6. Чем обеспечивается температурная стабилизация в эмиттерном повторителе и как она функционирует?
7. Какой вид обратной связи в эмиттерном повторителе и что она вызывает?
8. Пояснить работу эмиттерного повторителя в первый и во второй полупериоды прямоугольного периодического напряжения ГСС и синусоидального напряжения ГСС.
9. Назначение элементов эмиттерного повторителя с одиночным источником питания для усиления сигнала переменного тока.
10. Рассказать принцип действия эмиттерного повторителя с одиночным источником тока при усилении напряжения переменного тока.
11. Назначение источника тока.
12. Можно ли беспредельно увеличивать сопротивление нагрузки, что произойдет в схеме источника тока при слишком большом сопротивлении нагрузки?
13. До какого уровня напряжения на эмиттере транзистора в схеме (рис. 4.5) можно увеличивать сопротивление нагрузки без изменения тока коллектора?
14. В какой области коллекторных характеристик должен работать транзистор в схеме источника тока?
15. Какие причины вызывают изменение тока коллектора транзистора в рабочем диапазоне напряжений источника тока?
16. Чем отличается дифференциальный усилитель от других электронных усилителей?
17. Какие напряжения на входе дифференциального усилителя?
18. Рассказать принцип действия дифференциального усилителя на биполярных транзисторах.
19. Каким образом устраняется влияние дестабилизирующих факторов на выходной сигнал дифференциального усилителя?
20. Чему равен коэффициент усиления по напряжению для дифференциального сигнала, и каким образом его можно изменить?

### 3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-4.1	Изучение теории раздела 1. Значение электроники, история и перспективы развития электроники. Электронная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Исторический очерк развития силовой и информационной электроники. Классификация элементов и устройств электронных устройств. Современное	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ

	состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.		
ПК-4.1	Общие свойства проводников, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводниковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образование и свойства электронно-дырочного перехода при включении его в электрическую цепь. Пробой электронно-дырочного перехода. Понятие о технологии формирования электронно-дырочного перехода.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.1	Выпрямляющий элемент как главный рабочий элемент диода. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие о лавинных диодах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции диодов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение диодов. Разбросы параметров и характеристик диодов.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.1	Принцип действия биполярных транзисторов. Физические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электрическую цепь. Характеристики, параметры и классификация биполярных транзисторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисторов, типы переходов. Силовые транзисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзистора. Усилительный каскад на транзисторе. Исследование транзисторов для усиления непрерывных электрических сигналов. Классы усиления. Работа транзистора в ключевом режиме. Применение транзисторных ключевых схем в импульсных устройствах. Усилительные каскады на транзисторах. Обратная связь в усилителях. Промежуточные и оконечные усилители. Стабилизация положения рабочей точки. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.1	Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические процессы в четырехслойной полупроводниковой структуре. Вольтамперная характеристика тиристора. Переходные процессы при включении и выключении тиристоров, способы выключения тиристоров. Предельные и характеризующие параметры тиристора. Потери мощности в тиристорах. Характеристика цепи управления тиристора и выбор параметров сигнала управления с учетом технологического разброса характеристик. Групповое соединение тиристоров. Классификация тиристоров, конструкции силовых тиристоров. Понятие о запираемых тиристорах. Другие виды силовых тиристоров.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.1	Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления информации: аналоговая и цифровая. Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной реализации. Логический базис и функциональные полные системы логических элементов. Реализация комбинационных схем в различном логическом базисе. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преобразования (АЦП), АЦП последовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величины в интервал. Структурные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их применение. Определение и классификация триггеров. Простейшие и универсальные триггеры. Триггеры со счетным входом. Триггеры как элементы запоминающих и счетных устройств. Последовательностные логические схемы. Электронные двоичные счетчики, регистры, запоминающие устройства, шифраторы, дешифраторы.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.1		Знание	5 – ОТЗ

	Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототиристоры и фоторезисторы, их применение в оптронах. Туннельные диоды. Термисторы, варисторы, позисторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых приборов.		5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Назначение и классификация выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрямительный агрегат (выпрямитель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные соотношения между токами и напряжениями.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Электромагнитные процессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводниковых приборов и трансформатора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктивности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы теории коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Управляемые выпрямители. Регулирование среднего выпрямленного напряжения. Внешние характеристики управляемых и управляемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Применение однофазных выпрямителей на электроподвижном составе. Выпрямители с принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Энергетические показатели выпрямителей. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия выпрямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим инвертора, ведомого инвертора. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффициент мощности инвертора, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого инвертора.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Назначение и классификация автономных инверторов. Автономные инверторы как источники переменного тока произвольной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электровозов. Классификация автономных инверторов. Автономные инверторы напряжения (АИН). Принцип действия АИН. Автономные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивности. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
ПК-4.2	Назначение и классификация импульсных преобразователей. Принцип импульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей на ЭПС. Схемы импульсных преобразователей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряжения. Узлы принудительной	Знание	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Умение	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ
		Действие	5 – 0ТЗ 5 - 3ТЗ

	коммутации. Электромагнитные процессы при импульсном регулировании напряжения.		
ПК-4.2	Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих несколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Назначение системы управления. Технические требования и классификация. Структурные и функциональные схемы систем управления. Принципы построения управления различными преобразователями.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Основные узлы систем управления. Задающие генераторы, генераторы импульсов, формирователи импульсов, фазосдвигающие и синхронизирующие устройства, выходные цепи. Принцип расчета и выбора блоков и узлов системы управления.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Проектирование преобразователей. Общие требования к конструкциям преобразователей ЭПС. Порядок выполнения электрических и тепловых расчетов преобразователей. Назначение и состав расчетов. Расчетные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчеты энергетических характеристик.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Расчет силовой цепи однофазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягового трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относительно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициента мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Расчет индуктивности цепи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной установки. Временные диаграммы ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защитных элементов выпрямителя.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Проектирование системы управления выпрямителем». Формулировки функций, которые должна выполнять система управления. Функциональная схема системы управления. Выбирается конструкция отдельных блоков, их принципиальная схема и проверяется их совместимость друг с другом.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Разработка принципиальной электрической схемы системы управления. Временные диаграммы напряжений на выходе блоков системы управления и их взаимосвязь.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2		Знание	5 – ОТЗ



	Расчет и выбор элементов системы управления. Рассчитывается блок выходных усилителей и выполняется расчет других блоков в последовательности противоположной направлению сигналов в системе управления.		5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Завершение расчета и выбора элементов системы управления. В последнюю очередь выполняется расчет блоков питания.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Сводная таблица элементов системы управления. Защита курсовой работы	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Принципы моделирования, расчеты и исследование преобразователей на ЭВМ. Моделирование преобразователей как сложных систем, включающих звенья с непрерывным и дискретным характером формирования процессов. Вычислительные эксперименты. Применение вычислительных экспериментов на ЭВМ при проектировании преобразователей.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
ПК-4.2	Техническое обслуживание полупроводниковых преобразователей. Проверка характеристик силовых полупроводниковых приборов. Анализ характера и причин повреждения приборов. Проверка токораспределения и равномерности распределения напряжения в групповых соединениях приборов. Проверка изоляции преобразователей. Замеры сопротивления изоляции цепей управления, сигнализации и защиты. Проверка изоляции силовых цепей преобразователя.	Знание	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Умение	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Действие	5 – ОТЗ 5 - ЗТЗ
		Итого	200 – ОТЗ 200 - ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

### 1. Выберите правильный ответ.

Какой из указанных полупроводниковых приборов работает на прямой ветви вольтамперной характеристики?

- А) Стабилитрон
- В) Фотодиод
- С) Варикап

### 2. Дополните.

У полупроводников с увеличением температуры электронной структуры электрическое сопротивление .....

### 3. Установите соответствие между параметрами и их единицами измерения

Активная мощность P	Вт
Полная мощность S	ВАр

Мощность сдвига Q	ВА
Мощность искажения T	ВАр

**4. Установите порядок**

Порядок подключения системы внешнего электроснабжения к тяговому двигателю.

- 1) Тяговый трансформатор.
- 2) Токоприемник.
- 3) ВИП.
- 4) Контактная сеть.
- 5) Тяговый двигатель.

**5. Выберите правильный ответ.**

Какое значение напряжения показывает вольтметр, измеряющий величину выпрямленного напряжения?

- A) Действующее
- B) Мгновенное
- C) Среднее

**6. Дополните.**

Назначение выпрямителей – преобразовать переменное напряжение и ток в ..... по направлению и ..... по величине.

**7. Выберите правильный ответ.**

При последовательном соединении диодов, тиристоров необходимо выравнять:

- A) Ток в приборах.
- B) Напряжение на приборах
- C) Мощность приборов

**8. Установите соответствие между логическими функциями и элементами на которых они организованы**

$1 \wedge 0$	НЕ
$1 \vee 1$	ИЛИ
$\overline{1}$	Исключающее ИЛИ
$1 \oplus 1$	НЕ

**9. Выберите правильный ответ.**

Что такое коэффициент мощности выпрямителя?

- A) Отношение активной мощности первичной обмотки к ее реактивной мощности
- B) Отношение реактивной мощности первичной обмотки к ее полной мощности
- C) Отношение активной мощности первичной обмотки к ее полной мощности

**10. Дополните.**

Триггером называют устройство, имеющее ..... устойчивых состояния равновесия и способное скачком переходить из одного состояния в другое под воздействием внешнего управляющего сигнала.

**11. Установите порядок**

Порядок подключения внешнего электроснабжения к электроподвижному составу.

- 1) Электроподвижной состав

- 2) Электростанция
- 3) Линия электропередачи
- 4) Токоприемник
- 5) Тяговая подстанция
- 6) Контактная сеть

**12.** Выберите правильный ответ.

Как изменяется величина выпрямленного напряжения при увеличении тока нагрузки?

- A) Возрастает
- B) Уменьшается
- C) Не меняется

**13.** Дополните.

Интервал времени от момента перехода кривой переменного напряжения через ноль до момента подачи импульса управления на тиристоры выпрямителя называется.....

**14.** Установите соответствие между схемой соединения диода и причиной применения

Последовательное соединение диодов	Рабочее максимальное мгновенное напряжение превышает допустимое значение обратного напряжения.
Параллельное соединение диодов	Среднее значение тока нагрузки превышает предельный ток диода.

**15.** Выберите правильный ответ.

Согласование напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии выполняется:

- A) Выпрямительной установкой,
- B) Фильтром.
- C) Преобразовательным трансформатором.

**16.** Дополните.

Если к катоду диода прикладывается высокий потенциал, а к аноду низкий потенциал от внешнего источника электрической энергии, то его электрическое сопротивление .....

**17.** Установите соответствие между устройством и его функциями

Входные фильтры	Для подавления 3, 5, 7 и других гармоник тока.
Сглаживающие реакторы	Для сглаживания выпрямленного тока.
Преобразовательные трансформаторы	Для согласования напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии

**18.** Выберите правильный ответ.

Какой способ управления тиристорами выпрямительно-инверторного преобразователя применяется?

- A) Способ широтно-импульсной модуляции.
- B) Способ частотно-импульсный.
- C) Способ импульсно-фазовый.

**19.** Дополните.

Зависимость среднего значения выпрямленного напряжения от среднего значения выпрямленного тока при постоянном угле регулирования тиристорных преобразователей называется .....характеристика.

**20.** Выберите правильный ответ.

Для оценки эффективности использования преобразователя применяется:

- А) Коэффициент мощности.
- В) КПД.
- С) Коэффициент использования установленной мощности.

### **3.3 Перечень теоретических вопросов к зачету** (для оценки знаний)

1. Электронная и преобразовательная техника на железнодорожном транспорте. История развития.
2. Классификация элементов и устройств преобразовательной техники.
3. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.
4. Классификация материалов по электропроводности.
5. Основы зонной теории полупроводников.
6. Собственная и примесная электропроводности полупроводников.
7. Электронная структура полупроводникового диода.
8. Электронно-дырочный переход – главный рабочий элемент диода.
9. Прямое включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер на р-п переходе.
10. Обратное включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер р-п перехода.
11. Вентильные свойства р-п перехода.
12. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры.
13. Параметры силовых диодов.
14. Лавинные диоды, особенности их конструкции.
15. Потери мощности в диодах и температурный режим.
16. Конструкция диодов, системы охлаждения силовых диодов.
17. Обозначение силовых диодов, по обозначению охарактеризовать назначение и свойства прибора.
18. Последовательное соединение диодов.
19. Параллельное соединение диодов.
20. Групповое соединение диодов, идеальная и реальная схема соединения.
21. Биполярные транзисторы, принцип действия и физические процессы в электронной структуре.
22. Электронная структура биполярных транзисторов прямой и обратной проводимости.
23. Схемы включения биполярных транзисторов.
24. Характеристики биполярных транзисторов.
25. Параметры биполярных транзисторов.
26. Классификация биполярных транзисторов.
27. Обозначение биполярных транзисторов и характеристики их свойств.
28. Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом, структура и принцип действия.
29. Электронная структура и принцип действия полевых транзисторов МДП - типа.
30. Транзисторный усилительный каскад.
31. Многокаскадные усилители с реостатно-емкостной связью.
32. Обратная связь в усилителях.
33. Классы усиления.
34. Транзисторные усилители непрерывных электрических сигналов.
35. Стабилизация положения рабочей точки в усилительных каскадах.
36. Работа транзисторного усилительного каскада в ключевом режиме.
37. Транзисторный ключ с управлением от генератора прямоугольных импульсов.

38. Транзисторный инвертор, назначение и принцип действия.
39. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.
40. Эмиттерный повторитель.
41. Транзисторный источник тока.
42. Токовое зеркало.
43. Тиристоры, электронная структура и принцип действия, физические процессы в полупроводниковой структуре.
44. Вольтамперная характеристика тиристора.
45. Параметры тиристора.
46. Характеристики цепи управления тиристора.
47. Перевод тиристора в проводящее состояние.
48. Запирание тиристора.
49. Последовательное соединение тиристорov.
50. Параллельное соединение тиристорov.
51. Запираемые и другие виды силовых тиристорov.
52. Потери мощности в тиристорax.
53. Обозначение тиристора, по обозначению охарактеризовать свойства прибора.
54. Стабилитрон, вольтамперная характеристика стабилитрона и области применения.
55. Электрическая схема включения стабилитрона и его основное назначение.
56. Туннельные диоды.
57. Фотодиоды и светодиоды.
58. Фоторезисторы.
59. Варисторы, варикапы.
60. Полупроводниковые терморезисторы (термисторы).
61. Позисторы, назначение и его характеристики.

### **3.4 Перечень типовых простых практических заданий к зачету**

Электропроводность проводников и полупроводников.

1. Рассказать методику опытной проверки закона Ома для участка электрической цепи постоянного тока.
2. Изложить принцип действия электрической схемы для исследования ВАХ и электропроводности проводников, полупроводников.
3. Построить ВАХ последовательно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , какова величина эквивалентного электрического сопротивления, для заданного тока? Найти напряжение на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$  и напряжения на каждом из резисторов.
4. Построить ВАХ параллельно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ . Каково эквивалентное электрическое сопротивление? Найти ток в неразветвленной части и токи в резисторах  $R_1$ ,  $R_2$  при заданном напряжении на резисторах.
5. Каким образом рассчитываются предельные значения напряжения и тока в резисторах?
6. Что изменится, если в ходе выполнения опытов при исследовании ВАХ резисторов, напряжение и ток в резисторе превышают предельные значения?
7. Принципиальное отличие ВАХ лампы накаливания от ВАХ резисторов?
8. Почему ВАХ лампы накаливания является нелинейной?
9. Почему электрическое сопротивление нити накаливания лампы изменяется в зависимости от напряжения на лампе?
10. Каким образом можно использовать зависимость электрического сопротивления нити накаливания от напряжения на лампе для увеличения срока службы ламп накаливания?
11. Чем обусловлена нелинейность ВАХ полупроводника?
12. Почему электрическое сопротивление полупроводника уменьшается с повышением напряжения и увеличивается при снижении напряжения?
13. Назвать области применения делителей напряжения.
14. Рассчитать напряжение на выходе делителя напряжения, если

$$R_H = 2R_2.$$

15. Рассчитать напряжение на выходе делителя напряжения, если

$$R_H = 0,5R_2.$$

### 3.5 Перечень типовых практических заданий к зачету

22. Рассказать методику исследования ВАХ полупроводникового диода при прямом и обратном включении, обратив особое внимание на изменение параметров источника питания, пределов измерения контрольно-измерительных приборов и уровни потенциалов на электродах диода.

23. Объясните, почему у полупроводникового диода при прямом включении электропроводность увеличивается с повышением напряжения?

24. Объясните, почему у полупроводникового диода при обратном включении электропроводность снижается?

25. До какого уровня можно увеличивать прямой ток диода, какие физические процессы происходят в электронной структуре диода при увеличении прямого тока и что нужно предпринять, чтобы прибор не повредить?

26. До какого уровня можно увеличивать напряжение, прикладываемое к диоду в обратном направлении?

27. По какому значению обратного напряжения заводы указывают класс диода по напряжению?

28. Назовите параметры диода, которые указывают заводы-изготовители в паспорте диода, в справочниках, на корпусе силового диода.

29. Назовите причину возникновения обратного тока в диоде, для какого режима работы диода заводами указывается величина обратного тока?

30. Как влияет повышение температуры электронной структуры на вольтамперные характеристики диода?

31. Каким образом можно проверить исправность диода с помощью мультиметра?

32. Почему возникает необходимость проверки исправности диода при рабочем напряжении?

33. Чем объясняется сглаженная (близкая к прямоугольной) форма напряжения на диоде (рис. 2.3) во время его проводящего состояния при синусоидальной форме напряжения на вторичной обмотке трансформатора?

34. Расскажите работу схемы и распределение напряжения по элементам схемы в первый и во второй полупериод переменного входного напряжения.

35. Расскажите, как выполняется преобразование синусоидального напряжения на вторичной обмотке трансформатора в напряжение прямоугольной формы с помощью диодного ограничителя (рис. 2.4).

36. Какой уровень напряжения получается на выходе диодного ограничителя (рис. 2.4)? Изложите обоснование данного уровня напряжения.

37. Назначение электронно-лучевого осциллографа, какие электрические величины и значения этих величин можно измерить с помощью электронно-лучевого осциллографа?

38. Как определить штекер для подачи входного сигнала на осциллограф?

39. Каким образом можно определить полярность электрических сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа?

40. Каким образом можно определить масштаб по вертикальной оси на экране осциллографа?

41. Как определить масштаб по горизонтальной оси на экране осциллографа?

42. Какими органами управления достигается устойчивое изображение на экране осциллографа?

### 3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

1. Электронная и преобразовательная техника на железнодорожном транспорте. История развития.
2. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.
3. Классификация материалов по электропроводности.
4. Основы зонной теории полупроводников.
5. Собственная и примесная электропроводности полупроводников.
6. Электронная структура полупроводникового диода.
7. Электронно-дырочный переход – главный рабочий элемент диода.
8. Прямое включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер на p-n переходе.
9. Обратное включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер p-n перехода.
10. Вентильные свойства p-n перехода.
11. Вольтамперная характеристика диода, влияние на нее температуры.
12. Параметры силовых диодов.
13. Лавинные диоды, особенности их конструкции.
14. Потери мощности в диодах и температурный режим.
15. Конструкция диодов, системы охлаждения силовых диодов.
16. Обозначение силовых диодов, по обозначению охарактеризовать назначение и свойства прибора.
17. Последовательное соединение диодов.
18. Параллельное соединение диодов.
19. Групповое соединение диодов, идеальная и реальная схема соединения.
20. Биполярные транзисторы, принцип действия и физические процессы в электронной структуре.
21. Электронная структура биполярных транзисторов прямой и обратной проводимости.
22. Обозначение биполярных транзисторов и характеристики их свойств.
23. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом, структура и принцип действия.
24. Электронная структура и принцип действия полевых транзисторов МДП - типа.
25. Транзисторный усилительный каскад.
26. Транзисторные усилители непрерывных электрических сигналов.
27. Работа транзисторного усилительного каскада в ключевом режиме.
28. Транзисторный ключ с управлением от генератора прямоугольных импульсов.
29. Транзисторный инвертор, назначение и принцип действия.
30. Расчеты усилительных каскадов на транзисторах.
31. Эмиттерный повторитель.
32. Тиристоры, электронная структура и принцип действия, физические процессы в полупроводниковой структуре.
33. Вольтамперная характеристика тиристора.
34. Параметры тиристора.
35. Характеристики цепи управления тиристора.
36. Перевод тиристора в проводящее состояние.
37. Запирание тиристора.
38. Последовательное соединение тиристоров.
39. Параллельное соединение тиристоров.
40. Запираемые и другие виды силовых тиристоров.
41. Потери мощности в тиристорах.
42. Обозначение тиристора, по обозначению охарактеризовать свойства прибора.
43. Стабилитрон, вольтамперная характеристика стабилитрона и области применения.
44. Электрическая схема включения включения стабилитрона и его основное назначение.
45. Назначение и классификация выпрямителей.
46. Основные элементы выпрямителей и их назначение.
47. Трехфазные выпрямители.

48. Однофазный, трехфазный однополупериодный выпрямитель, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
49. Выбор диода, тиристора по напряжению и току для однофазного, трехфазного однополупериодного выпрямителя.
50. Однофазный, трехфазный выпрямитель с нулевым выводом, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
51. Однофазный, трехфазный мостовой выпрямитель, расчетные соотношения и временные диаграммы напряжений, токов. Достоинства и недостатки.
52. Работа выпрямителя на электродвигатель.
53. КПД выпрямителя.
54. Коэффициент мощности выпрямителя.
55. Регулировочные характеристики выпрямителя.
56. Внешние характеристики выпрямителя.
57. Регулирование выпрямленного тока переключением секций вторичной обмотки трансформатора.
58. Управление выпрямленным напряжением изменением угла регулирования тиристорov выпрямителя.
59. Назначение и типы инверторов.
60. Автономный инвертор напряжения и его принцип действия.
61. Принцип действия инверторов, ведомых сетью.
62. Регулирование мощности зависимых инверторов, отдаваемой в сеть.
63. Внешняя характеристика зависимого инвертора.
64. Импульсные преобразователи постоянного тока. Принцип импульсного регулирования напряжения в цепях постоянного тока.
65. Широтно-импульсный преобразователь, назначение и принцип действия.

### **3.7 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену** (для оценки умений)

21. Дать пояснения относительно названия устройства «Эмиттерный повторитель». Назначение эмиттерного повторителя?
22. Какая схема включения биполярного транзистора применяется для создания эмиттерного повторителя.
23. Почему напряжение на выходе эмиттерного повторителя меньше напряжения на входе?
24. Почему напряжение генератора стандартных сигналов снижается при подключении к нему эмиттерного повторителя без источника питания ( $E_k = 0$ )?
25. Как объяснить увеличение напряжения ГСС при подаче напряжения питания на эмиттерный повторитель ( $E_k = 12 \text{ В}$ )?
26. Чем обеспечивается температурная стабилизация в эмиттерном повторителе и как она функционирует?
27. Какой вид обратной связи в эмиттерном повторителе и что она вызывает?
28. Пояснить работу эмиттерного повторителя в первый и во второй полупериоды прямоугольного периодического напряжения ГСС и синусоидального напряжения ГСС.
29. Назначение элементов эмиттерного повторителя с одиночным источником питания для усиления сигнала переменного тока.
30. Рассказать принцип действия эмиттерного повторителя с одиночным источником тока при усилении напряжения переменного тока.
31. Назначение источника тока.
32. Можно ли беспредельно увеличивать сопротивление нагрузки, что произойдет в схеме источника тока при слишком большом сопротивлении нагрузки?
33. До какого уровня напряжения на эмиттере транзистора в схеме (рис. 4.5) можно увеличивать сопротивление нагрузки без изменения тока коллектора?
34. В какой области коллекторных характеристик должен работать транзистор в схеме источника тока?



35. Какие причины вызывают изменение тока коллектора транзистора в рабочем диапазоне напряжений источника тока?
36. Чем отличается дифференциальный усилитель от других электронных усилителей?
37. Какие напряжения на входе дифференциального усилителя?
38. Рассказать принцип действия дифференциального усилителя на биполярных транзисторах.
39. Каким образом устраняется влияние дестабилизирующих факторов на выходной сигнал дифференциального усилителя?
40. Чему равен коэффициент усиления по напряжению для дифференциального сигнала, и каким образом его можно изменить?

### **3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену**

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Изложить понятия алгебры логики.
2. Что является предметом рассмотрения алгебры логики?
3. Назовите основные логические операции и запишите их математические функции.
4. Изобразите условные обозначения основных логических устройств и их контакторных аналогов.
5. Изложите понятия основных логических операций.
6. Что означает положение тумблеров на принципиальных электрических схемах?
7. Что означает состояние светодиода при изучении работы комбинационных логических устройств?
8. Какие величины содержат таблицы соответствия и на что указывают значения этих величин?
9. Расскажите, каким образом заполняется таблица соответствия для любого базиса.
10. Что такое основной логический базис?
11. Что такое функциональная полнота, какие базисы ей обладают?
12. Составьте логическую функцию предложенного цифрового комбинационного устройства.
13. Изложите принцип действия базиса НЕ, собранного на основе базиса И-НЕ, для предложенного сочетания сигналов на входе.
14. Изложите принцип действия базиса И, собранного на основе базиса И-НЕ, для предложенного сочетания сигналов на входе.
15. Изложите принцип действия базиса ИЛИ, собранного на основе базиса И-НЕ, для предложенного сочетания сигналов на входе.
16. Изложите принцип действия базиса ИЛИ-НЕ, собранного на основе базиса И-НЕ, для предложенного сочетания сигналов на входе.
17. Дайте определение триггера.
18. Какие основные группы триггеров существуют?
19. Назовите количество входов и выходов триггера, от чего оно зависит?
20. Какой из выходов определяет состояние триггера, в каких состояниях может находиться триггер?
21. Рассмотрите работу каждого триггера, предварительно задавшись состоянием триггера в предыдущем такте  $Q_t$  и подав на входы выбранную Вами или преподавателем комбинацию входных сигналов.
22. Чем отличаются асинхронные и синхронные триггеры?
23. Чем отличаются триггеры с прямыми и инверсными входами?
24. Изобразите временные диаграммы напряжений на входе и на выходе асинхронных и синхронных триггеров любой группы.
25. Заполните таблицы переходов выбранного Вами или указанного преподавателем триггера.

26. Изложите принцип действия электрических схем для исследования работы триггеров.
27. Дайте определение счетчика и его назначение.
28. Что такое пересчетная схема?
29. Какие бывают счетчики с точки зрения порядка счета?
30. Что понимается под модулем счета, как модуль счета связан с числом триггеров, необходимых для синтеза счетчика?
31. Заполните таблицу переходов суммирующего или вычитающего счетчика?
32. Чем отличаются суммирующие и вычитающие счетчики?
33. Назовите преимущества и недостатки счетчиков с последовательным и параллельным переносом.
34. Изобразите временную диаграмму суммирующего счетчика с динамическим входом по переднему фронту импульса.
35. Дайте сравнение десятичного и двоичного счетчика.
36. Изложите принцип действия электрической схемы для исследования работы счетчика.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

##### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения**

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

##### **Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

## Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).


Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Силовая электроника в системах электроснабжения железных дорог</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____</p>
<p>1. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники. 2. Эмиттерный повторитель. Внешние характеристики выпрямителя. 3. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информационной электроники.</p>		