### 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.02.01 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении

### рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация/профиль – Электроснабжение 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
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	34/2	51/2	85/4
– лекции	17	17	34
<ul><li>практические (семинарские)</li></ul>		17	17
<ul><li>– лабораторные</li></ul>	17/2	17/2	34/4
Самостоятельная работа	38	57	95
Экзамен		36	36
Итого	72/2	144/2	216/4

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

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

<sup>\*</sup> В форме ПП – в форме практической подготовки.

### ИРКУТСК



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

	1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ											
	1.1 Цель дисциплины											
1	получение знаний о физических основах работы полупроводниковых приборов, их принципах											
1	действия, параметрах и характеристиках устройств электронной техники и преобразователей											
	1.2 Задачи дисциплины											
1	научиться выполнять расчеты, исследование и моделирование устройств электронной техники и преобразователей											
2	освоить методы обслуживания и ремонта устройств электроники и преобразователей в электроснабжении											
	1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины											
	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

	2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП
Блок/ч	часть ОПОП Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
	2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
	2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины
	необходимо как предшествующее
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.03.01 Компьютерное проектирование и моделирование систем электроснабжения
6	Б1.В.ДВ.04.01 Электрические сети и системы
7	Б1.В.ДВ.05.01 Энергосбережение в системах электроснабжения
8	Б1.В.ДВ.06.01 Техника высоких напряжений
9	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
10	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
11	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

### З ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и	Код и наименование	
наименование	индикатора достижения	Планируемые результаты обучения
компетенции	компетенции	
ПК-4 Способен	ПК-4.1 Применяет знания	Знать: устройство, принцип действия, технические
осуществлять	устройства, принципа	характеристики и конструктивные особенности основных
работы по	действия, технические	элементов электронной техники, узлов и устройств
проектированию,	характеристики и	полупроводниковых преобразователей на тяговых
внедрению,	конструктивные	преобразовательных подстанциях и на линейных
техническому	особенности основных	устройствах системы тягового электроснабжения
обслуживанию,	элементов, узлов и	Уметь: Применять технические характеристики,
ремонту и	устройств тяговых и	параметры силовых полупроводниковых приборов для
модернизации	трансформаторных	выпрямителей, инверторов и других преобразователей на
оборудования	подстанций, линейных	тяговых преобразовательных подстанциях и на линейных
тяговых и	устройств системы тягового	устройствах системы тягового электроснабжения;
трансформаторных	электроснабжения, узлов и	расследовать, учитывать и анализировать неисправности
подстанций,	устройств контактной сети и	преобразовательной техники

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

	4 CTPY	КТУРА	ИС	ОДЕ	РЖА	НИ	Е ДИСЦІ	ИПЛ	ині	Ы		
		Очная форма					3		*Код			
Код	Наименование разделов, тем			Ча	сы		TC		Ч	асы		индикатора
	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	CP	Курс	Лек	Пр	Лаб	CP	достижения компетенции
1.0	Раздел 1. Введение.											
	Предмет Электронная											
	техника и											
	преобразователи в											
	электроснабжении.											
1.1	Электронная и											
	преобразо-вательная											
	техника как фактор											
	ускорения научно-											
	технического прогресса											
	на железнодорожном транс-порте.											
	Исторический очерк											
	развития преобразовате-											
	лей электрической тяги.	5	2	1		6	4/уст.				2	ПК-4.1
	Классификация											
	элементов и устройств											
	преобразова-тельной											
	техники. Совре-менное											
	состояние и основ-ные											
	тенденции развития											
	преобразовательной тех-											
	ники.											
1.2	Общие свойства											
	проводни-ков,											
	полупроводников и											
	диэлектриков. Теория											
	электронно-дырочного											
	перехода полупроводни-	_	2		4		4/				4	THC 4 1
	ковых структур. Основы	5	2		4	6	4/уст.				4	ПК-4.1
	зонной теории полупро-											
	водников. Собственная и											
	примесная											
	проводимости полупроводников.											
	Образо-вание и свойства											
	Образо-вапис и своиства		1	l				1	l			

	4 CTPY	КТУРА	ИС	ОДЕ	РЖА	НИ	Е ДИСЦІ	ипл	ині	Ы		
	Наименование разделов, тем		Очна		1а асы		Заочная форма Часы					*Код
Код	наименование разделов, тем и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	СР	Курс	Лек	Пр	Лаб	СР	индикатора достижения компетенции
	элек-тронно-дырочного перехо-да при включении его в электрическую цепь. Про-бой электронно-дырочного перехода. Понятие о тех-нологии формирования электронно-дырочного перехода.											
2.0	Раздел 2. Полупроводниковые											
2.1	диоды. Выпрямляющий элемент как главный рабочий эле-мент диода. Вольтампер-ная характеристика диода, влияние на нее температу-ры. Параметры диодов, понятие о лавинных диодах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции дио-дов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение ди-одов. Разбросы парамет-ров и характеристик дио-дов.	5	2		4/2	6	4/уст.	2		2/2	8	ПК-4.1
3.0	Раздел 3. Транзисторы.											
3.1	Принцип действия биполярных транзисторов. Фи-зические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электрическую цепь. Характеристи-ки, параметры и классификация биполярных транзи-сторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисторов, типы переходов. Силовые тран-зисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзистора. Усилительный кас-кад на транзисторе. Исследование	5	2		4	6	4/уст.	2		2	10	ПК-4.1

	4 CTPY	КТУРА				НИ	Е ДИСЦІ					1.70
	Наименование разделов, тем		Очна	я форм Ч	іа Ісы		Заочная форма Часы					*Код индикатора
Код	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	СР	Курс	Лек	Пр	Лаб	СР	достижения
			JICK	пр	Jiau	CI		JICK	пр	Jiao	CI	компетенции
	транзисторов для											
	усиления непрерыв-ных электрических сигна-											
	электрических сигналов. Классы усиления.											
	Ра-бота транзистора в											
	ключе-вом режиме.											
	Применение											
	транзисторных											
	ключевых схем в											
	импульсных											
	устройствах. Усилитель-											
	ные каскады на транзи-											
	сторах. Обратная связь в											
	усилителях.											
	Промежуточ-ные и											
	оконечные усилите-ли.											
	Стабилизация положе-											
	ния рабочей точки.											
	Расче-ты усилительных каскадов на											
	транзисторах.											
4.0	Раздел 4. Тиристоры.											
4.1	Тиристоры. Принцип											
4.1	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.											
	параметры тиристора. Потери мощности в	5	4			6	4/уст.				10	ПК-4.1
	тиристорах.	3	-			U	4/ yC1.				10	1110-4.1
	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											
5.0	тиристоров.			-				-				
5.0	Раздел 5. Цифровая электроника.											
	Электроника. Электрические											
	носители информации.											

	4 CTPY	КТУРА				НИ	Е ДИСЦІ					
	Наименование разделов, тем	Очная форма Часы					3		*Код индикатора			
Код	и видов работ	Семестр	Hara			СР	Курс	Have		асы	CP	достижения
<b>7</b> 1	0.5		Лек	Пр	Лаб	CP		Лек	Пр	Лаб	CP	компетенции
5.1	Сообщения и сигналы в											
	системах управления.											
	Две формы представления ин-											
	формации: аналоговая и											
	цифровая. Логические											
	элементы и логические											
	схемы на транзисторах.											
	Простейшие логические											
	элементы и способы их											
	схемной реализации. Логический базис и											
	гический базис и функцио-нальные											
	полные системы											
	логических элементов.											
	Ре-ализация											
	комбинационных схем в											
	различном логиче-ском											
	базисе. Аналого-											
	цифровые и циф-ро-аналоговые преобразо-											
	ватели (ЦАП). Способы											
	аналого-цифрового											
	преоб-разования (АЦП),	_	2				4./		2		0	TTIC 4 1
	АЦП по-	5	2		4	6	4/уст.		2		8	ПК-4.1
	следовательного счета,											
	АЦП с промежуточным											
	преобразованием											
	величи-ны в интервал. Структур-ные схемы											
	ЦАП и АЦП. Триггеры и											
	их применение.											
	Определение и											
	классифи-кация											
	триггеров. Простей-шие											
	и универсальные триг-											
	геры. Триггеры со											
	счетным входом. Триггеры как эле-менты											
	запоминающих и											
	счетных устройств.											
	После-довательностные											
	логиче-ские схемы.											
	Электронные двоичные											
	счетчики, реги-стры,											
	запоминающие											
	устройства, шифраторы, дешифраторы.											
6.0	Раздел 6. Специальные											
	типы											
	полупроводниковых											
	приборов.											
6.1	Стабилитроны, фото- и											
	светодиоды,											
	фототиристо-ры и											
	фоторезисторы, их применение в оптронах.	5	2	2		5	4/уст.		2		6	ПК-4.1
	Туннельные диоды. Тер-	,				)	¬/ y∪1.				U	111\-4.1
	мисторы, варисторы,											
	пози-сторы,											
	магниторезисторы,											

	4 CTPY.	ктура	КТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Очная форма Заочная форма									410	
TC	Наименование разделов, тем		Очна		1а асы		Курс	ваочная	1 форм Ч	*Код индикатора			
Код	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	CP		Лек	Пр	Лаб	CP	достижения компетенции	
	варикапы. Другие типы полупроводниковых при-боров. Форма промежуточной аттестации – зачет	5					4/зимняя			4		KOMICICHUM	
7.0	Раздел 7.												
7.1	<b>Выпрямители.</b> Назначение и												
	классифика-ция выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	6	2	2		6	4/зимняя				10	ПК-4.2	
7.2	Выпрямление												
7.3	однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные со-отношения между токами и напряжениями. Электромагнитные процессы в выпрямителях	6	2		8/2	6	4/зимняя	2		2/2	10	ПК-4.2	
	при идеализации параметров силовых полупроводнико-вых приборов и трансформатора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктив-ности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы тео-рии коммутации выпрями-телей. Работа выпрямите-ля на ЭДС.	6	2	2		6	4/зимняя				10	ПК-4.2	
7.4	Управляемые выпрямите-ли. Регулирование средне-го выпрямленного напряжения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей на электроподвижном составе. Выпрямители с	6	2		4	6	4/зимняя	2		2	10	ПК-4.2	

	4 CTPY	КТУРА	ИС	ОДЕ	РЖА	НИ	Е ДИСЦІ	ипл	ині	Ы		
T.0	Наименование разделов, тем		Очна		1а асы		3	Ваочная	я форм Ч	*Код индикатора		
Код	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	CP	Курс	Лек	Пр	Лаб	CP	достижения компетенции
	принудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации при-нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного регулирования напряжения в тяговых выпрямителях.											Kowiiciciiiiiii
7.5	Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.	6	2	2		6	4/зимняя				10	ПК-4.2
8.0	Раздел 8. Инверторы.											
8.1	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регулирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин-вертора. Внешняя харак-теристика ведомого сетью инвертора.	6	2	2	2	3	4/зимняя				6	ПК-4.2
8.2	Назначение и классифика-ция автономных инверторов. Автономные инверторов как источники пере-менного тока произволь-ной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электро-возов. Классификация автономных инверторов. Ав-тономные инверторы напряжения (АИН). Прин-цип действия	6	2	2	2	3	4/зимняя				6	ПК-4.2

	4 CTPY	КТУРА	ИС	ОДЕ	РЖА	НИ	Е ДИСЦІ	ипл	ині	Ы		
	Наименование разделов, тем			я форм				Ваочная	я форм			*Код индикатора
Код	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	CP	Курс	Лек	Пр	Лаб	СР	достижения
	АИН. Авто-номные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивно-			•								компетенции
	сти. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.											
9.0	Раздел 9. Импульсные преобразователи постоянного тока.											
9.1	Назначение и классифика-ция импульсных преобразователей. Принцип импульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей в электроснабжении. Схемы импульсных преобразователей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряжения. Узлы принудительной коммутации. Электромагнитные процессы при импульсном регулировании напряжения.	6	2	2	2	3	4/зимняя				8	ПК-4.2
10.1 10.1	Раздел 10. Сложные преобразователи электрической энергии. Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих насколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты. Раздел 11. Курсовая работа по разработке преобразователей	6	2	2		3	4/зимняя				8	ПК-4.2
11.1	подстанции. Разработка преобразователей. Общие	6				2	4/зимняя				10	ПК-4.2

требования к конструкциям преобразо-вателей. Порядок выпол-нения электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов. Расчет группового соединения полупроводниковых приборов. Расчет труппового соединения полупроводниковых приборов. Расчет принятового обращения полупроводниковых приборов. Расчет прямителям расчет параметров тягово-го транеформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя коммутации тиристоров и угла савита по фазе миовенных значений тока первой гармоники в перво						Е ДИСЦІ	НИ				КТУРА	4 CTPY	
требования к конструкциям преобразо-вателей. Порядок выпол-нения знектрическых и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-пые схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых при-боров. Расчет прамителя». Расчет прамителя». Расчет параметров зытово-го транеформатора. Внешние и регулировочные характеристик. Внешние претулировочные характеристик выпрамителя. Внешние претулировочные характеристики выпрамителя. Внешние претулировочные характеристики выпрамителя. Внешние претулировочные характеристики выпрамителя. В сыста прамителя. В сыста прамителя по фазе мизовенных значений тока первой гармоники относи-тельном митовенных значений тока первой гармоники в первой гармоники в первой гармоники в первой гармоники в первой обмотке тытового транеформатора и коэффициен-та мощности выпрамителя с нагрузкой КМ от угла регулирования присторов выпрамителя и присторов выпрамителя	*Код индикатора				ваочная	3				Очная		Наименование вазпелов тем	
требования к конструкциям преобразо-нателей. Порядок выпол-нения электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и назрийных режимов. Обоспование и выбор типа полутроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полутровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характернетим прех-фазного управляемого выпрамителя». Расчет параметров тятово-то б трансформаторы. Внешние и регулировочные характернетики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. В первой гарамоники значе-ний напряжения первой гарамоники в первой гарамоник	достижения компетенции	СР			Лек	Курс	СР			Лек	Семестр		Код
преобразователей. Порядок выпол-нения электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов, Расчет-пые схемы и схемы заме- щения, Расчеты рабочих и ваврийных реахимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового сосдинения полупровод-никовых приборов. Расчет- пунпового сосдинения полупровод-никовых приборов. Расчет- параметров. Расчет- параметров расчет- параметров расчет- параметров тягово-то 6 трансформатора. Внешние и регулировоч- ные характеристики вы- прямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники относи-тельно митовенных значений напражения первой гармоники в первичной обмотке тягового транс- форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя с нагрузкой КМ от угла уграриченные праменного тока. Расчет минимальной дли- тельности импульса управления тиристороми выпрямительной выпрямительной выпрямительной выпрямителя  10												_	
Порядок выпол-нения электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. И аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупроводниковых при-боров. Расчеты энертетических характернетических характернетических характернетических характернетических характернетических характернетических карактернетических выправляемого выправителя». Расчет параметров тягово-то б трансформатора. Висинине и регулировочные характеристики выправителя. Расчет параметров тягово-то трансформатора. Висинине и регулировочные характеристики выправителя. Расчет параметров и угла сдвита по фазем и угла сдвита по фазем и новенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений пока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой обмотке тягового трансформатора и коэффициел-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя и пе-ти выпрямытеля тиристоров выпрямителя управления тиристоров выпрямителя ининальной длительности импульса управления тиристоровом выпрямительной выправительной представления престоров выправительной выправительной выправительной представления престоров выправительной выправительной представления престоров выправительной выправительного преставления выправительного выправительного преставления прест													
электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты расметов расчетов. Расчет группового сосыщения полупроводниковых при-боров. Расчет группового сосыщения полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазиого управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-то трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе митювенных значений тока первой гармоники в первичной готоси-тельно митювеных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя и коэффициен-та мощности выпрямителя и исэффициен-та мощности выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя управления тиристорами выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового сосдинения полупроводниковых приборов. Расчет группового сосдинения полупроводниковых приборов. Расчет припороводниковых приборов. Расчет припороводниковых приборов. Расчет прямителя». Расчет параметров типо-торамителя». Расчет параметров типо-торамителя. Выещине и ретулировочные характеристики выпрамителя. Внешние и ретулировочные характеристики выпрамителя. Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла савита по фазе мітювенных значений тока первой гармоники относи-тельно мітиовенных значений тока первой гармоники в первой гармоника в первой гармоники в первой гармоники в первой гармоники в первой гармоники в первой гар													
преоб-разователей.  Назначение и состав расчетов. Расчет-пые схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупровод-никовых при-боров. Расчет групповото соединения полупровод-никовых приборов. Расчеты энертегических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазиото управляемого выпрямителя». Расчет параметров тятово-то б транеформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла комутации тиристоров и угла сдвита по фазе мітновенных значений тока первой гармоники в первичной обмотке тятовото транеформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя первой гармоники относительно относительно относительно относительно относительно относительно обмотке тятового транеформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя от ока. Расчет индуктивности це-пи выпрямительного тока. Расчет индуктивности це-пи выпрямительного и импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 2 4/зимняя 10												*	
Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазиного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-то транеформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мітновенных значений тока первой гармоники в первичной обмотке тягового транеформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров и коэффициен-та с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров и коэффициен-та мощности выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров и коэффициен-та мощности выпрямителя тиристоров и коэффициен-та мощности выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров и динимальной длинтельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												_	
расчетов. Расчет-ные схемы и схемы замещения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-то трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе митновенных значений тока первой гармоники относи-тельно митновенных значений обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя претупирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя претупирования тиристоров выпрямителя претупирования тиристором выпрямителя тиристором выпрямительной б 2 4/зимияя 10													
щения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-то трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазем иновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений папряжения первой гармоники относи-тельно миновенных значений папряжения первой гармоники в первой гармоники первой гармоники в первой гармони гармони гармони гармони гармони гармони гармони гармони гармони гармо													
и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров Тягово-го б 2 4/зимняя 10 трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости утла коммутации тиристоров и угла сдвита по фазем игновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мігновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности пе-пи выпрямителя дригительности импульса управления тиристорами выпрямительной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной выпрямительной 10 тока выпрямительной на 2 4/зимняя 10												схемы и схемы заме-	
Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-инковых приборов. Расче-ты энергетических характеристик 11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го б трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла комутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя тиристоров выпрямителя первого тока. Расчет минимальной длительности и минульса управления тиристорами выпрямительной длительности и минульса управления тиристорами выпрямительной б 2 4/зимняя 10													
типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических харак- теристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого вы- прямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и ретулировоч- ные характеристики вы- прямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового транс- форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли- тельности импульса управления тиристорами выпрямительной дли- тельности импульса управления тиристорами выпрямительной б													
полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-то трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники в пе												_	
при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и ретулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямленного и управления тиристороми выпрямленного управления тиристороми выпрямленного на правительности импульса управления тиристороми выпрямительной б 2 4/зимняя 10													
группового соединения полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го 6 трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости утла коммутации тиристоров и угла сдвига по фаземиновенных значений тока первой гармоники относи-тельно митновенных значений напряжения первой гармоники обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
полупровод-никовых приборов. Расчеты энергетических характернетик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвита по фазем итновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмогке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
приборов. Расчеты энергегических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе миновенных значений тока первой гармоники относи-тельно миновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмогке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
энергетических характеристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го б трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной б 2 4/зимняя 10													
теристик  11.2 Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазем тировенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значений напряжения первой гармоники в п													
трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвита по фаземгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной б 2 4/зимняя 10													
управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го 6 трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвита по фаземгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристороми выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												·	11.2
прямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значений напряжения первой гармоники в первой г													
параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
трансформатора. Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10	ПК-4.2	10				4/эимиаа	2				6	-	
Внешние и регулировочные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10	1110-4.2	10				T/ SHIVITIAN	2				0		
ные характеристики выпрямителя.  11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и утла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
11.3 Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												1	
коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной б 2 4/зимняя 10													
и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													11.3
мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												-	
относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового транс- форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли- тельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя 11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
гармоники в первичнои обмотке тягового трансформатора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя	THC 4.2	10				4/	2						
форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10	ПК-4.2	10				4/ЗИМНЯЯ	2				0	гармоники в первичной	
коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя													
с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												* *	
регулирования тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
тиристоров выпрямителя  11.4 Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной длительности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя													
це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли-тельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
тока. Расчет минимальной дли- тельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												Расчет индуктивности	11.4
минимальной дли- тельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
тельности импульса управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10													
управления тиристорами выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												, ,	
выпрямительной 6 2 4/зимняя 10												-	
	ПК-4.2	10				4/зимняя	2				6		
установ-ки. Бременные	1110 1.2					SIIIIIIII	-					установ-ки. Временные	
диаграммы ЭДС,													
напряжений токов.												напряжений токов.	
Расчет параметров													
защит-ных элементов													
выпрями-теля.	ПК-4.1	<u> </u>											
аттестации – экзамен 6 36 4/летняя 18	ПК-4.1		18	1		4/летняя		86	3		6		

	4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ											
		Очная форма				Заочная форма					*Код	
Код	Наименование разделов, тем			Ча	асы			Часы			индикатора	
Код	и видов работ	Семестр	Лек	Пр	Лаб	CP	Курс	Лек	Пр	Лаб	CP	достижения компетенции
	Курсовая работа	6				4	4/летняя				8	ПК-4.1 ПК-4.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	17	34/4	95		8	4	8/4	174	1112

### 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 Y	ЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕ ДИСЦИПЛИНЫ	ЧЕНИЕ
	6.1 Учебная литература 6.1.1 Основная литература	
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Бурков А. Т. Электронная преобразовательная техника: учебник для вузов железнодорожного транспорта: в 2-х ч. / А. Т. Бурков. Москва: УМЦ ЖДТ, 2015 307с.	85
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: https://e.lanbook.com/book/292376 (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	Астраханцев, Л. А. Цифровые устройства: метод. указания для выполнения лаб. практикума по дисциплине "Электронная техника и преобразователи ЭПС" / М-во путей сообщ. РФ, Иркут. ин-т инженеров жд. трансп Иркутск: ИрИИТ, 1999 20с.	126
6.1.2.2	Рябченок, Наталья Леонидовна Электронная техника и преобразователи учеб. пособие по дисциплине "Электронная техника и преобразователи ЭПС" для студентов специальности 181400 "Электрический транспорт железных дорог" : учеб. пособие по дисциплине "Электронная техника и преобразователи ЭПС" для студентов специальности 181400 "Электрический транспорт железных дорог" / Н. Л. Рябченок, Л. А. Астраханцев, В. В. Макаров; Федер. агентство жд. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ Иркутск: ИрГУПС, 2005 95с.	171
6.1.3	В Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обуча	
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Астраханцев Л.А., Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.27 Электроника по специализации электроснабжение железных дорог / Л.А. Астраханцев; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 23 с Текст: электронный URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_49621_1416_2024_1_signed.pdf	Онлайн
	6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
	6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы	
	6.3.1 Базовое программное обеспечение	20.07.2021
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 0334100010021000013-01	20.07.2021 N

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 http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.
6.3.1.6	1. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий
6.3.1.7	дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий) 2. Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789
	6.3.2 Специализированное программное обеспечение
6.3.2.1	Не предусмотрено
	6.3.3 Информационные справочные системы
6.3.3.1	Не предусмотрены
	6.4 Правовые и нормативные документы
6.4.1	Не предусмотрены

	7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
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	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).
3	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
4	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).
5	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 учебнонаглядные пособия (презентации, плакаты). Типовой комплект учебного оборудования «Электротехника и основы электроники» ЭТ и ОЭ2-СК
6	Учебная аудитория Л-510 Лекционная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: 1. Интерактивное рабочее место преподавателя «Система» — 1 шт. 2. Проектор BENQ MW529 — 1 шт. 3. Настенный экран Lumien Master Picture 183*244см — 1 шт. 4. Акустическая система пассивная PHD HD KT-5 — 2 шт. 5. Универсальное потолочно-настенное крепление SHEKLA — 1 шт. 6. Плакаты — 11 шт.
7	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

	8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
	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.  Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать
Лекция	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, 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 удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	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.  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
Лабораторная работа	заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционным материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины  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.  Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:  - экспериментальная проверка формул, методик расчета;  - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;  - 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.;  - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;  - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;  - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);  - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;  - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;  - установление с войств веществ, их качественных и количественных характеристик;

- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;
- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);
  - наблюдение развития явлений, процессов и др.

Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.

По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:

- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;
- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;
- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения залач

Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину

### Самостоятельная работа

Обучение по дисциплине «Электронная техника и преобразователи электроснабжении» 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 удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.

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»

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

### 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 нормативнометодического 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 метолическом обеспечении.

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

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

Дисциплина «Электронная техника и преобразователи в электроснабжении» 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 Код Наименование оценочного контрольноиндикатора  $N_{\underline{0}}$ Объект контроля средства (форма оценочного достижения проведения\*) мероприятия компетенции 5 семестр 1.0 Раздел 1. Введение. Предмет Электронная техника и преобразователи в электроснабжении Электронная и преобразовательная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транс-порте. Исторический очерк развития преобразовате-Текущий 1.1 лей электрической тяги. ПК-4.1 контроль Классификация элементов и устройств преобразова-тельной техники. Совре-менное состояние и основ-ные тенденции развития преобразовательной тех-ники. Общие свойства проводни-ков, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводни-ковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и Текущий примесная проводимости 1.2 ПК-4.1 Собеседование (устно) контроль полупроводников. Образо-вание и свойства элек-троннодырочного перехо-да при включении его в электрическую цепь. Про-бой электроннодырочного перехода. Понятие о тех-нологии формирования электронно-дырочного перехода. Раздел 2. Полупроводниковые диоды 2.0 Выпрямляющий элемент как главный рабочий эле-мент диода. Вольтампер-ная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие о лавинных дио-дах. Потери В рамках ПП\*\*: Текущий 2.1 мощности в диодах и ПК-4.1 контроль Собеседование (устно) температурный режим. Конструкции дио-дов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы.

Групповое соединение ди-одов.

		Разбросы парамет-ров и		
		характеристик дио-дов.		
3.0	Раздел 3. Тра			
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 классифи-кация биполярных транзи-сторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструк-ции транзисторов, типы переходов. Силовые тран-зисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзи-стора. Усилительный кас-кад на транзисторое Для усиления непрерыв-ных электрических сигна-лов. Классы усиления. Работа транзистора в ключе-вом режиме. Применение транзисторных ключевых схем в импульсных устройствах. Усилитель-ные каскады на транзи-сторах. Обратная связь в усилителях. Промежуточ-ные и оконечные усилите-ли. Стабилизация положе-ния рабочей точки. Расче-ты усилительных каскадов на	ПК-4.1	Собеседование (устно)
4.0	D 4 T	транзисторах.		
4.0	Раздел 4. Тир	T - T		
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	ПК-4.1	Собеседование (устно)
5.0	Раздел 5. Пиф	виды силовых тиристоров. рровая электроника. Электрические но	сители инфо	 рмации
5.1	Текущий	Сообщения и сигналы в системах	ПК-4.1	
3.1	контроль	управления. Две формы	11N-4.1	Собеседование (устно)

		представления ин-формации:		
		аналоговая и цифровая.		
		Логические элементы и		
		логические схемы на		
		транзисторах. Простейшие		
		логические элементы и способы		
		их схемной реализации. Ло-		
		гический базис и функцио-		
		нальные полные системы		
		логических элементов. Ре-		
		ализация комбинационных схем		
		в различном логиче-ском базисе.		
		Аналого-цифровые и циф-ро-		
		аналоговые преобразо-ватели		
		(ЦАП). Способы аналого-		
		цифрового преоб-разования		
		(АЦП), АЦП по-следовательного		
		счета, АЦП с промежуточным		
		преобразованием величи-ны в		
		интервал. Структур-ные схемы		
		ЦАП и АЦП. Триггеры и их		
		применение. Определение и		
		классифи-кация триггеров. Простей-шие и универсальные		
		триг-геры. Триггеры со счетным		
		входом. Триггеры как эле-менты		
		запоминающих и счетных		
		устройств. После-		
		довательностные логиче-ские		
		схемы. Электронные двоичные		
		счетчики, реги-стры,		
		запоминающие устройства,		
		шифраторы, дешифраторы.		
6.0	Раздел 6. Специа.	пьные типы полупроводниковых п	риборов	l
	,,	Стабилитроны, фото- и		
		светодиоды, фототиристо-ры и		
		фоторезисторы, их применение в		
6 1	Текущий	оптронах. Туннельные диоды.	ПГ 4.1	Cofoograpayya (yamya)
6.1	контроль	Тер-мисторы, варисторы, пози-	ПК-4.1	Собеседование (устно)
		сторы, магниторезисторы,		
		варикапы. Другие типы		
		полупроводниковых при-боров.		
				Зачет (собеседование)
	Промежуточная	полупроводниковых при-боров.		Зачет (собеседование) Зачет - тестирование
	Промежуточная аттестация			
		полупроводниковых при-боров.		Зачет - тестирование
	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр		Зачет - тестирование (компьютерные
7.0		полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр		Зачет - тестирование (компьютерные
7.0	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция		Зачет - тестирование (компьютерные
7.0	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь		Зачет - тестирование (компьютерные
7.0	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный.		Зачет - тестирование (компьютерные
7.0	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка,		Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный	ПК 4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
<b>7.0</b> 7.1	аттестация  Раздел 7. Выпрям	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель),	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
	аттестация  Раздел 7. Выпрям  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  б семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге. Выпрямление однофазного тока.	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
7.1	Раздел 7. Выпрям  Текущий контроль	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые		Зачет - тестирование (компьютерные
	Раздел 7. Выпрям  Текущий контроль  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема вы-	ПК-4.2	Зачет - тестирование (компьютерные
7.1	Раздел 7. Выпрям  Текущий контроль	выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямителей выпрямительнай агрегат (выпрямительной тринение выпрямительной тринение выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема выпрямления и основные со-		Зачет - тестирование (компьютерные
7.1	Раздел 7. Выпрям  Текущий контроль  Текущий	полупроводниковых при-боров.  Зачет  6 семестр  ители  Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преоб-разователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная установка, преобразовательный трансформатор, сглажи-вающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической тяге.  Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые выпрямители. Схема вы-		Зачет - тестирование (компьютерные

7.3	Текущий контроль	Электромагнитные про-цессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводнико-вых приборов и трансфор-матора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктив-ности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы тео-рии коммутации выпрями-телей. Работа выпрямите-ля на ЭДС.	ПК-4.2	
7.4	Текущий контроль	Управляемые выпрямите-ли. Регулирование средне-го выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрями-телей на электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.	ПК-4.2	
7.5	Текущий контроль	Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
8.0	Раздел 8. Инве	ерторы Назначение инверторов.		
8.1	Текущий контроль	Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью инвертора.	ПК-4.2	
8.2	Текущий контроль	Назначение и классифика-ция автономных инверто-ров. Автономные инверто-ры как источники пере-менного тока произволь-ной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электро-возов. Классификация ав-тономных инверторов. Автономные инверторы	ПК-4.2	Собеседование (устно)

	Т			T
		напряжения (АИН). Прин-цип		
		действия АИН. Авто-номные		
		инверторы тока (АИТ). Принцип		
		действия. Роль входной		
		индуктивно-сти. Схема АИТ и		
		принцип коммутации тока.		
		Анализ форм тока и напряжения		
		на входе и выходе АИТ.		
9.0	Раздел 9. Имп	ульсные преобразователи постоянного	о тока	T
		Назначение и классифика-ция		
		импульсных преобра-зователей.		
		Принцип им-пульсного		
		регулирования напряжения		
		постоянного тока. Способы		
		модуляции. Применение		
	Т	импульсных преобразователей в		
9.1	Текущий	элек-троснабжении. Схемы им-	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	контроль	пульсных преобразовате-лей.		,
		Преобразователи с широтным и		
		частотным регулированием напряже-ния. Узлы		
		принудительной коммутации.		
		Электромаг-нитные процессы		
		при им-пульсном регулировании		
		напряжения.		
10.0	Разлен 10 Сп	ожные преобразователи электрической	й энепгии	
10.0	таздел то. Сл	Понятие о сложных	и энсргии	
		преобразователях электрической		
		энергии, включающих насколько		
		ступеней преобразования.		
10.1	Текущий	Классификация многозвенных	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	контроль	преобразователей. Роль		
		многозвенных преобразователей		
		в электрической тяге.		
		Преобразователи частоты.		
11.0	Раздел 11. Кур	рсовая работа по разработке преобразо	вателей подс	ганции
		Разработка преобразова-телей.		
		Общие требования к		
		конструкциям преобразо-		
		вателей. Порядок выпол-нения		
		электрических и тепловых		
		расчетов преоб-разователей.		
		Назначение и состав расчетов.		
11.1	Текущий	Расчет-ные схемы и схемы заме-	ПК-4.2	
11.1	контроль	щения. Расчеты рабочих и	11IX-4.2	
		аварийных режимов.		
		Обоснование и выбор типа		
		полупроводниковых при-боров.		
		Расчет группового соединения		
		полупровод-никовых приборов.		
		Расче-ты энергетических харак-		
		теристик		
		Расчет силовой цепи трех-		
	T. "	фазного управляемого вы-		
11.2	Текущий	прямителя». Расчет параметров	ПК-4.2	
	контроль	тягово-го трансформатора.		
		Внешние и регулировоч-ные		
	1	характеристики вы-прямителя.		
		Расчет зависимости угла		
		коммутации тиристоров и угла		
11.0	Текущий	сдвига по фазе мгновенных	THE 4.2	
11.3	контроль	значений тока первой гармоники	ПК-4.2	
	•	относи-тельно мгновенных		
		значе-ний напряжения первой		
		гармоники в первичной обмотке		

		тягового транс-форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя		
11.4	Текущий контроль	Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли-тельности импульса управления тиристорами выпрямительной установ-ки. Временные диаграммы ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защитных элементов выпрями-теля.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Курсовая работа по разработке преобразователей подстанции	ПК-4.1 ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Курсовая работа (устно)
	Промежуточная аттестация	Экзамен	ПК-4.1 ПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

b o - b	amma Romponi	но-оценочных мероприять		очная форма обучени
№	Наименование контрольно- оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
	мероприятия	A tayba accord vateriopor		
1.0	Роздол 1 Вродони	4 курс, сессия установоч не. Предмет Электронная техника и		
1.0	т аздел т. введени	Электронная и преобразо-	преобразоват	сли в электроснаожении.
1.1	Текущий контроль	вательная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на железнодорожном транс-порте. Исторический очерк развития преобразователей электрической тяги. Классификация элементов и устройств преобразова-тельной техники. Совре-менное состояние и основ-ные тенденции развития	ПК-4.1	
1.2	Текущий контроль	преобразовательной тех-ники.  Общие свойства проводни-ков, полупроводников и диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводни-ковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образо-вание и свойства элек-тронно-дырочного перехо-да при включении его в электрическую цепь. Про-бой электронно-дырочного перехода. Понятие о тех-нологии формирования электронно-дырочного перехода.	ПК-4.1	Собеседование (устно)
2.0	Раздел 2. Полупро	оводниковые диоды.	ı	
2.1	Текущий контроль	Выпрямляющий элемент как главный рабочий эле-мент диода. Вольтампер-ная характеристика диода, влияние на нее температуры. Параметры диодов, понятие	ПК-4.1	В рамках ПП**: Собеседование (устно)

3.0	о лавинных дио-дах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции дио-дов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение ди-одов. Разбросы парамет-ров и характеристик дио-дов.  Раздел 3. Транзисторы.  Принцип действия бипо-лярных транзисторов. Фи-зические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электриче-скую цепь. Характеристи-ки, параметры и классифи-кация биполярных транзи-сторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструк-ции транзисторов. Конструк-ции транзисторов, типы переходов. Силовые тран-зисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзи-стора. Усилительный кас-кад на транзисторов для усиления непрерыв-ных электрических сигна-лов. Классы усиления. Работа транзистора в ключе-вом режиме. Применение транзисторых ключевых схем в импульсных устройствах. Усилитель-ные каскады на транзи-сторах. Обратная связь в		ПК-4.1	Собеседование (устно)
40	D. 4 T.	усилителях. Промежуточ-ные и оконечные усилите-ли. Стабилизация положе-ния рабочей точки. Расче-ты усилительных каскадов на транзисторах.		
4.0	Раздел 4. Тиристо	Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические		
4.1	Текущий контроль	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.	ПК-4.1	Собеседование (устно)

		V-ra aavabaara		
		Классификация тиристоров,		
		конструкции силовых		
		тиристоров. Понятие о		
		запираемых тиристорах. Другие		
		виды силовых тиристоров.		
5.0	Раздел 5. Цифров	ая электроника. Электрические но	осители инфор	мации.
		Сообщения и сигналы в системах		
		управления. Две формы		
		представления ин-формации:		
		аналоговая и цифровая.		
		Логические элементы и		
		логические схемы на		
		транзисторах. Простейшие		
		логические элементы и способы		
		их схемной реализации. Ло-		
		гический базис и функцио-		
		нальные полные системы		
		логических элементов. Ре-		
		ализация комбинационных схем		
		в различном логиче-ском базисе.		
		Аналого-цифровые и циф-ро-		
		аналоговые преобразо-ватели		
5.1	Текущий	(ЦАП). Способы аналого-	ПК-4.1	Соборонования (
5.1	контроль	цифрового преоб-разования	11K-4.1	Собеседование (устно)
	•	(АЦП), АЦП по-следовательного		
		счета, АЦП с промежуточным		
		преобразованием величи-ны в		
		интервал. Структур-ные схемы		
		ЦАП и АЦП. Триггеры и их		
		применение. Определение и		
		классифи-кация триггеров.		
		Простей-шие и универсальные		
		триг-геры. Триггеры со счетным		
		входом. Триггеры как эле-менты		
		запоминающих и счетных		
		устройств. После-		
		довательностные логиче-ские		
		схемы. Электронные двоичные		
		счетчики, реги-стры,		
		запоминающие устройства,		
		шифраторы, дешифраторы.		
6.0	Раздел 6. Специа.	льные типы полупроводниковых п	риборов.	
		Стабилитроны, фото- и		
		светодиоды, фототиристо-ры и		
		фоторезисторы, их применение в		
<i>L</i> 1	Текущий	оптронах. Туннельные диоды.	TTIC A 1	Соборонования (
6.1	контроль	Тер-мисторы, варисторы, пози-	ПК-4.1	Собеседование (устно)
	-	сторы, магниторезисторы,		
		варикапы. Другие типы		
		полупроводниковых при-боров.		
		4 курс, сессия зимня	Я	
				Зачет (собеседование)
	Промежуточная	Запет тестирования		Зачет - тестирование
	аттестация	Зачет, тестирование		(компьютерные
				технологии)
		4 курс, сессия зимня	Я	
7.0	Раздел 7. Выпрям	• =		
		Назначение и классифика-ция		
		выпрямителей. Преоб-разователь		
		переменного тока в постоянный.		
7 1	Текущий	Вы-прямительная установка,	пи 42	
7.1	контроль	преобразовательный	ПК-4.2	
	_	трансформатор, сглажи-вающий		
		фильтр. Выпрями-тельный		
		агрегат (выпря-митель),		
L.	i .	· · · //	1	1

полосиривация и применение выпрамителя в эмектрической тяте.  Текуший кингроль информации о систовные со- применение и пособы реализации применение и пособы реализации при нутегальной коммутации выпрамителя. Принцип тока и выпрамителя. Потери мощести принцип тока и выпрамителя. Потери мощести принцип тока и выпрамителя. Потери мощести принцип тока по принцип тока выпрамителя. Потери мощести принцип тока выпрамителя. Потери мощести принцип тока по принцип тока выпрамителя. Потери мощести принцип тока по принцип тока выпрамителя. Потери мощести принцип посивного действия вы прамителя. Потери мощести принцип посивом установых выпрамителя в режим и принцип посивом установых выпрамителя в режим и принцип по посивом установых выпрамителя в режим и принцип по по			1		
7.2 Текупий контроль    Выпрамления с основные со- отношения между токами и напражениями.  Электромагнитные про-несеы в выпрамителия.  Электромагнитные про-несеы в выпрамителия при идеально полупроводинсь вых приборов и трансфор-магора при идеально страженного и нагружи. Роль индуктив-ности в негия переменного и постоянного тока вы- прамителей. Согновы тео-рии коммутации выпрамителей. Основы тео-рии коммутации выпрамителей. Основы тео-рии коммутации выпрамителей. Резона выпрамителей. Основы тео-рии коммутации выпрамителей. Внеиние храмителия неуправлежих и управлежих неуправлежих и управлежих напрамителей. Резименные внеиннее доденного выпрамителей. В управлежим неуправлежных и управлежных неуправлежных претиры неимей храмительных неуправлежных правлежных нечами правлежных правлежных н			классификация и применение		
7.2 Текуший применение однофизиото тока. Нученые и мостовые выправнителия. Схема выправнетели с остотношения между токами и напряжениями.  3 доктроматитные про-нессы в выправнетели предыственный праметрия и пессынаящия праметрия при предыственный полутироводнико-вых приборов и праметров. Сполька полутироводнико-вых приборов и праметров. Стаженном токе в цени негох переменного и негохвителести в ценх переменного и негохвителести предыственности и негохвителести предыственности и негохвителести предыственности и негохвителести предыственности и негохвителести. Регулярование средне-то выпрамителей. Реабота выпрамителей. Регулярование предыственных и управленых выпрамителей. Регулярования и управленых выпрамителей. В негомых и управленых и управления и предыственных и управления и управления и управления и управления и управления утатионный упол. Коффинцент мошности. Исстамомутации, послекомутации, послекому тацию послекому тационный угол. Коффинцент вослеком тацию послекому тационный угол. Коффинцент вослеком тационно					
Текупий контроль   ПК-4.2					
7.2 Текущий выпрамители. Схема вы- прамления и остояние со- отношения между токами и  индраженнями.  Зактроман интыже про-пессы в  выпрамителях при пасализации  параметров. синовых  полупроводнико-вых приборов и транеформателем при предельно  стаженном токе в пепи  внетях переменного и  постоянного тока вы- прамителей. Основы тео-рии коммутации выпрамителей.  Работа выпрамителей.  Управиженых выпрамителей.  Регулирование серение-то  выпрамителей. Управиленых  Впешие харахте-ристики  пеутражиемых и управиленых  выпрамителей. Управиленых  выпрамителей и управиленых  выпрамителей управиленых  выпрамителей управиленых  выпрамителей коммутации при- пумительной коммутации при- пумительной коммутации тока в  выпрамителей. Коэф-фициент  мощности в управителя. Потери  мощности в управителя. Потери  мощности в управительных  установках.  3. Энергенуеские покавители  котроль комфуницент поленого  действия вы-прамитель. Потери  мощности в управительных  установках.  8.0 Раздел В. Инверторы.  Нализеение инвертора.  Намачение инвертора.  ПК 4.2 Собеседование (устно)  комутации, послекомму- тационный учол, Коэффи-циент  мощности инвертора.  аетоматическое регулирование  инвертора вы выпрамителя в  режим ин-вертора. Веломого сетью. Угол управичения  мощности инвертора.  аетоматическое регулирование  инвертора. Высимого сетью угол Коэффи-циент  мощности инвертора.  причение послекоммутационного улы. Опрождывание инвертора.  причение послекоммутационного уна. Опрождывание инвертора вы выпрамителя в  режим ин-вертора. Высимого сетью угол Коэффи-циент  мощности инвертора. Высимого сетью угол Коэффи-циент мощности инвертора. Высимого сетью угол Коэффи-циент мощности инвертора.  причение послекоммутационного уна. Спрождывание инвертора.  ПК 4.2 Собеседование (устно)					
7.3 Текущий контроль оправления и основные со- политиров между токами и напряжениями.  7.3 Текущий контроль оправления об отношения между токами и напряжениями.  7.3 Текущий контроль оправления об отношения пределенного и постоянного токе в цени нагружи. Роля видуктив-ности в ценах переменного и постоянного тока вы- прамителей. Основы тес-рии коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей в ЭДС.  7.4 Текущий контроль закектроподвых-пом составе, закектроподвых-пом составе, закектроподвых-пом составе, закектроподвых-пом составе, закектроподвых-пом составе, закектроподвых-пом составе, инпрамителях. Пришип пимущительной коммутации тока в выпрамителях. Пришип пимущительной коммутации тока выпрамителях. Пришип пимущителях. Оперетические показатели выпрамителях. Оперетические показатели выпрамителях. Оперетические показатели контроль. Выпрамителях. Потеры мощности. Кооффициентя мощности. В выпрамителя в режим инвертора. Принции работы ведомого сетью инвертора. В режим инвертора. В режим инвертора. В режим инвертора. В режим инвертора па минимальное значение послекоммутационного угла. Опрожильнатие инвертора. В автоматическое регу-пирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрожильнатие инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрожильнатие инвертора. В вешим за вакоматическое регу-пирование послеком угла. Опрожильнатием по угла. Опрожильнатием п					
текущий контроль прявления и подпости под	7.2	Текущий	выпрямители. Схема вы-	ПК 4.2	
отношения между токами и выправляется про-пессы в выправителях при населнящи параметров силовых полутроводнико-вых приборов и трянсфор-матора при дасально стаженном токе в цени нагружи. Род. индухить чести в цени нагружи. Род. индухить чести в ценях переменного и постоянного тока выправителей. Основы тес-рии коммутации выправителей. Работа выпрамителей. Выпрамителей и переменного выпра-жения. Внешние характерьстики. Примене-пие однофазимх выпрамителей и придета выпрамителей и способы реализации пранителей и способы реализации пранителей помому-тации тока в выпрамителей тока. Назначение и способы реализации пранителях. Принцип импульстого ре-тулирования напражения в татовых выпрамителях. Принцип импульстого ре-тулирования напражения в татовых выпрамителях. Принцип импульстого ре-тулирования напражения в татовых комфанциента мощности. Пута помишения комфанциента мощности. Пута помишения комфанциента мощности. Пута помишения комфанциента мощности. Вута помишения выпрамительных устатовках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Напачение инверторов.  Принцип работы ведомого сетью инверторы ведомого стью инвертора ведомого сетью. Угод правания, угод комфутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутационного угла. Опромывание инвертора. Впешная характерностию дасмого сетью. Угод правание перетора. Впешная характерностно претого угла. Опромывание инвертора.	1.2	контроль	прямления и основные со-	11K-4.2	
ПК-4.2  Текущий контроль на принеров и постоянного тока выпрамителей и постоянного тока выпрамителей и постоянного тока выпрамителей и принеров и постоянного тока выпрамителей и принеров и постоянного тока выпрамителей и принеров и принеров и принеров и постоянного папражения. Внешней характернетики принеров и принер					
Олектромагнитые про-пессы в выпрямителях при идеально глаженном токе в цепи наружи. Розь выдукць ности в цепях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основы тео-рии коммутации выпрями телей. Работа выпрямителей. Основы тео-рии коммутации выпрями телей. Работа выпрямителей. Работа выпрямителей. Высшных характеристики пеутравляемых выпрямителей. Высшных характеристики пеутравляемых выпрямителей. Уравнение высшней характеристики пеутравляемых выпрямителей. Уравнение высшней характеристики пеутравляемых выпрямителей. Уравнение высшней характеристики применение и способы реализации при выпрямителей. Уравнение выпрямителей уравнение и способы реализации при при при при при при при при при п			_		
7.3 Текуший параметро-витовых полупроводиихо-вых приборов и правнефор-вытора дви циевльно стаженном токе в цепи правнефор-вытора дви циевльно стаженном токе в цепи параметро-вытора дви циевльно стаженном токе в цепи параметро-вытора дви циевльно стаженном токе в цепи параметро-вытора и постоянного токе выпрамителей. Основы тео-рин коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей. Регулирование средне-то выпрамителей. Основы тео-рин коммутации выпрамителей. В цепить стаженного тапра-жения. Высцыные характе-ррегивы неуправляемых и управляемых выпрамителей. Высцыные характерьствки. Применение однофазимх выпрамителей и переводы управляемых правителей параметелей параметелей объемутации тока в выпрамителей способы регизивани принудительной комму-тацией тока. Начначение и способы регизивани принудительной коммутации тока в выпрамителей котоф-регизирования напражения в тял овых выпрамителей. Котоф-регизирования напражения в тял овых выпрамителей. Котоф-регизирования напражения в тял овых выпрамителей. Котоф-ритиент мощности. Котоф-ритиент мощности. Котоф-ритиент мощности. Котоф-ритиент мощности. Котоф-ритиент мощности. В температирования и пределативного действия выпрамительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Текущий контроль Трентиции работы ведомого сетью инверторы. Условие перевода управляемого выпрамителя в режим ин-вертора, ватоматическое регу-пирование инвертора, ватоматическое регу-пирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрождывание инверторами престым сетью утол управление инверторами престым образа на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрождывание инверторами престым сетью утол утал опрождывание инверторами престым сетью утол утал опрождывание инверторами престым престы					
7.3 Текуший контроль напраметров силовых приборов и трансфор-матора при идеально стлаженном токе в цени нагрузки. Роль индуктив-ности в ценях переменного и постоянного тока выпрамителей. Основы тес-рии коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей. Основы тес-рии коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей и трансформации выпрамителей. Работа выпрамителей и трансформации претупараляемых и транзменного напражения и пертиравляемых выпрамителей. Управляемых и транзмение внешней характеристики пертиравляемых и транзмение внешней характеристики. Примене-тые однофазиых выпрамителей. Работа вы выпрамителей при нудительной коммутации тока в выпрамителей тока. Назначение и способы реализации при нудительной коммутации тока в выпрамителях. Принци импульеного ре-тулирования напражения в тытовых выпрамителях.  7.5 Текущий контроль  7.5 Текущий коффициент мощности. Коффициент мощности п выпрамителя. Потери мощно-сти в пыпрамительных устатовых устатовых устатовых устатовых устатовых устатовых устатовых устатовых устатовых пределения управляемого выпрамителя п режим ин-вертора ва минимильное значение поскожомутационного утла. Опрождвание инвертора, ведомого сетью.  8.1 Текущий контроль  Текущий контроль  Текущий контроль  Пк-4.2 Собеседование (устно)  В текущий устол. Коффициент мощности инвертора, ведомого сетью угла. Опрождвание инвертора, ведомого сетью угла. Опрождвание инвертора на минимильное значение поскожомутационного угла. Опрождвание поскожомутационного угла. Опрождвание инвертора на минимильное значение поскожомутационного угла. Опрождвание поскожомутационных заражение поскожомутационного угла. Опрождвание поскожом					
7.3 Текуший контроль изделенном токе в цепи нагрузки. Роль индуктив-пости в цепи нагрузки. Роль индуктив-пости в цепях переменного и постоянного тока выпрамителей. Основы тео-рин коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей. Работа выпрамителей на ЭДС.  Управляемые выпрамители на ЭДС. Управляемые выпрамители на ЭДС. Управляемые выпрамители. Регулирования выпрамителей. Работа вывемых дунавляемых выпрамителей. Выешние характе-ристики передиеловы правителей и примутелей. Применение опрофазивах выпрамителей. Работа вывежных выпрамителей. Применение опрофазивах выпрамителей и принудительной комму-тации тока в выпрамителях. Принции импульсного ре-гулирования напрамения в тятовых выпрамителях.  7.5 Текупций контроль Пути повышения коэффициента мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициент полезого действия выпрамительных установых установых установых установых установых дугирования инвертора. Потеры мощности выпрамительных установых установых установых установых установых дольне предоста в режим ин-вертора, аспомого сетью. Угол управления угол. Кооффициент мощности инверто-ра, автомителекое регу-лирование инпертора на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрожидавание инвертора на инимальное значение послекоммутационного утла. Опрожидавание послекоммутационного утла. Опрожидавание послекоммутационного утла. Опрожидавание послекоммутационного утла. Опрожидавание послекоммута по утла и по					
7.3 Текущий контроль постоянного тока вырамителей и пистоянного в пред при индерствувание и постоянного тока вы- прамителей. Основы тес-рии коммутации выпрами телей. Работа выпрамителей ав ЭДС.  У правляемые выпрамители. Ретулирование среднего выпрамителей одновные одновные одновные выпрамителей. Внешние характеристики пенуправляемых и управляемых выпрамителей. Увыение внешней характеристики. Примененне однофазных выпрамителей и постобы реализации пры- нудительной коммутации тока в выпрамителях. Принции нимульельного ре-тулирования напряжения в тятовых выпрамителях. Принции нимульельного ре-тулирования напряжения в тятовых выпрамителях. Энергенческие показатели выпрамителях. Отвертителей комфиценты мощности. Пути повышения коффиценты мощности. Пути повышения коффицента мощности. Коффиценты мощности. Коффиценты мощности. Коффиценты мощности претродительных устатовках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрамителя в режим инвертора, управляемого выпрамителя в режим инвертора, инвертор-ра, автомытислом россиямые инвертора в минимальное значение инвертора в неревода управляемого утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора в висиния инвертора на минимальное значение полекомутационного утла. Опрокидывание инвертора в нешнимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение инвертора в нешнимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение инвертора на минимальное значение инвертора на минимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение полекоммутационного утла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение инвертора на минимальное значение инвертора на минимальное значение инвертора на минимальное значен					
7.3 Текущий контроль индуктив-пости в ценях переменного и постоянного тока выпрамителей. Основы тео-рии коммутации выпрямителей. Работа выпрямителей. Работа выпрямительна в эДС.  Управляемые выпрямительна в эДС.  Управляемые выпрямительно выпрямительного выпрямленного напря-жения. Внепнине характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямителей. Тока напрямительной коммутации поставе, высшей характеристики. Применение однофазивх выпрямительной коммутации тока выпрямителях. Принцип индуктацию поставе, выпрямителях. Принцип индуктацию коммутации тока выпрямителях. Эпертегические показатели выпрямителях. Эпертегические показатели выпрямителях. Эпертегические показатели выпрямителях. Отеретические выпрямителях. Эпертегические показатели выпрямителях. Отеретические выпрямителях. Отеретические выпрямителях. Отеретические выпрямителях. Отеретические выпрямителях. Отеретические выпрямительной комфутации тока выпрямителей. Кооффициент мощности. Кооффициент мощности. Буста объему статовках устатовках.  7.5 Текущий контроль Пун повышения кооффициента мощности. Буста объему статовках устатовках. Отеревода управления устатовках устатовках. Индертора. Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутациинного утла. Опрокодивание инвертора на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрокодивание инвертора на инвинавленое значение инвертора на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрокодивание инвертора на минимальное значение на послеком утлание инвертора на минимальное значение на послеком утлание на после					
1 контроль нагружи. Роль индуктив-ности в цепях переменного и постоянного тока выпрамителей. Основы тео-рин коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей. Регулирование среднелю выпрамителей. Регулирование выпрамителей. Выпрамителей. Применелые однофазных выпрамителей принудительной коммутацие пока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрамителях. Принцип импульеного ре-дулирования напражения в тягоных выпрамителах. О эпертетические показатели выпрамителах. ПК-4.2 Собеседование (устно) комфиниента мощности. Пути повышения кооффиниента мощности. Пути повышения кооффиниента мощности. В принушент постери установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрамителя в режим ин-вертора. Условие перевода управляемого выпрамителя в режим ин-вертора. Соловие перевода управляемого выпрамителя в режим ин-вертора. Соловие перевода управляемого выпрамителя в режим ин-вертора. Соловие перевода управления, угол коммутации, послекоммут тационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора. В пешная украи инвертора за минимальное заначение послекомутуационного угла. Опрокидывание инверторов. Внешная характеристика ведомого сетью инвертора. Внешная характеристика ведомого сетью		Tararan			
песиях переменного и постоянного тока выпрямителей. Основа выпрямителей. Основа выпрямителя на ЭДС.  Управляемые выпрямителя на ЭДС. Уграмляемые выпрямителей. Ребота выпрямителей. Выпрямителей. Выпрямителей. Выпрямителей карактеристики. Выешние характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей па электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной коммутации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Притителях. Притителях. Притителях. Потери выпрямителях. Олеретические показатели выпрямителях. В Собеседование (устно) сбистии вые-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешияя характеристика ведомого сетью	7.3	-		ПК-4.2	
постоянного тока выпрамителей. Основы тео-рии коммутации выпрамителей. Работа выпрамителей. Работа выпрамителя на ЭДС.  Управляемые выпрамители. Регулирование средне-то выпрамленного напра-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрамителей. Уравление внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрамителей и электрополвия-ном составе. Выпрамители спринудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной комму-тацие тока в выпрамителях. Принцип имутысьного ре-тулирования напряжения в тяговых выпрамителях. Принцип выпрамителях. Принцип имутысьного ре-тулирования напряжения в тяговых выпрамителях. Принцип коэффициент мощности. Пути повышения коэффициент мощности. Коэффициент мощности. Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициент мощности выпрамителя. Пик-4.2 Собеседование (устно)  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Пк-4.2 Пк-4.2 Собеседование (устно)  Тк-4.2 Техущий коэффициент мощности инвертора, весомого сетью инвертора, весомого сетью инвертора, весомого сетью инвертора на минимальное значение послекоммутацию, послекомму-тационного угла. Опрожирывание инвертора значение послекоммутацию послекомму-тационного угла. Опрожирывание инвертора значение послекоммутацию послеком значение послекоммутацию послекомму-тационного угла. Опрожирывание инвертора значение послекоммутацию послеком значение послеком учлацию послеком значение послеком значени		контроль			
прямителей. Основы тео-рин коммутации выпрямителей. Работа выпрямителя на ЭДС.  Управляемые выпрямители. Регулирование средне-то выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямителей карактеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тятовых выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Коэф-фициентя мощности. Выпрямительных коэффициентя полеэного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутацию послекоммутации, послеком					
коммутации выпрямите-лей. Работа выпрямите-лей. Работа выпрямите-лей. Регулирование средне-го выпрямаенного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение ввешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямите-лей. Уравнение ввешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей и спринудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и положения в тяговых выпрямителях. Принцип импульеного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях. Принцип мощности. Исуп повышения коэффициента мощности. В писами выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя потери мощно-сти в напрямителя потери мощно-сти в напрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью инвертора, уголовие перевола управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью коммутации, послекомму-тационной контроль инвертора, ведомого сетью инвертора, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутации потерительного угла. Опрокидывание инвертора. ПК-4.2 ватоматическое регу-лирование инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью вначение послекоммутацию потерита. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
Работа выпрямите-ли. Рогулирование средне-ги. Управляемые выпрямите-ли. Регулирование средне-ги. Выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характернестики. Примене-ние однофазных выпрямите-лей на электроподвиж-ном составе. Выпрямите-лем с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и конфармителях. Энертегические показате-ли выпрямителях.  7.5. Текущий коэфмицент мощности. Пути повышения коэфмицент мощности. Пути повышения коэфмицент мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевола управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью инвертора. Режим ин-вертора, ведомого сетью инвертора. Коммутации, послекоммутационной угол. Коэффициент мощности инверто-ра, автоматическое регу-пирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора внешния харак-теристика ведомого сстью.					
7.4 Текущий выпрямителей на управляемых выпрямителей на электроподвиж-ном сотаве. Выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителя принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициент мощности. Кураничент мощности. Пути повышения коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвергора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью коммутации, послекомму-тационной угол. Коэффициент мощности инвертора, а автоматическое регу-зирование инвертора на минимальное значение послекоммутацию погосугла. Опрокидывание инвертора внешняя харак-теристика ведомого сетью					
Регулирование средне-го выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей па электроподвиж-ном составе. Выпрямителя с принулительной комму-тацией гока. Назначение и способы реализации принулительной комму-тацией гока. Назначение и способы реализации принулительной комму-тацией гока. Назначение и способы реализации принулительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  3 Нертетические показате-ли выпрямителях. Потери мощности. Пути повышения коэффициент мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управлемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора, автоматическое рету-лирование инвертора на минимальное значение послекомму-тационного угла. Опрокидывание инвертора на минимальное значение послекомму-тационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешияя характеристика ведомого сетью					
Выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики пеуправляемых и управляемых выпрямител-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямит-елей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя в режим ин-вертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного утла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью					
Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямит-телей на электроподвиж-ном составе. Выпрямительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутации тока в выпрямительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  3-нертегические показате-ли выпрямителях.  4-кущий контроль Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощности. Коэффициент мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощности обращения.  4-4.2 Собеседование (устно)  ТК-4.2  В 1 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инвертора, Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мошности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мошности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мошности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационного угла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- терностика ведомого сетью					
неуправляемых и управлемых выпрямителей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямителей на однофазных выпрямителей на испособы реализации принуцительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принуцительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульеного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора. Ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационной угол. Коэффи-циент тационный угол. Коэффи-циент контроль мощности инвертора. Ведомого сетью остью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характернетика ведомого сетью значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характернетика ведомого сетью таке инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характернетика ведомого сетью			выпрямленного напря-жения.		
Выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Применс-ние однофазных выпрямителе и принудительной контроль  Текущий контроль  Текущий тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в таговых выпрямителях.  Знертетические показате-ли выпрямителях.  Текущий контроль Коэффициент мощности. Контроль Коэффициент поденого действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  Влиничельный контроль  Пк-4.2 Собеседование (устно)  Текущий контроль Коэффициент поденого действия вы-прямительных установках. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сстью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекомму- тационный угол. Коэффи- претора в нешняя харак- теристика ведомого сстью			Внешние характе-ристики		
7.4 Текущий выпрами-телей на электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора. Условие перевода управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характерногным синьертора. Внешняя характ			неуправляемых и управляемых		
7.4 Текущий выпрами-телей на электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Коэффициента мощности в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора. Условие перевода управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характерногным синьертора. Внешняя характ			выпрямите-лей. Уравнение		
7.4 Текущий контроль электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тятовых выпрямителях. Принцип мощности. Пути повышения коэффициент мощности. Куоффициент мощности. Куоффициент мощности. Куоффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя потеры принцип работы ведомого сетью инверторы.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью инвертора, условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, ветора. Внешняя характерыстика ведомого сетью значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характерыстика ведомого сстью					
7.4 Текущий контроль Выпрями-телей на электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тятовых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Пути повыпения коэффициента полезного действия вы-прямителя. Потеры мощно-сти в выпрямителя. Потеры мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  1 Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого пестью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационной угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора внешняя характерыстика ведомого сетью значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характерыстика ведомого сстью угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характерыстика ведомого сстью					
7.4 контроль электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициент мощности. Пути повышения коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управляения, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора, ватоматическое регу-лирование инвертора. Внешиях характериотика ведомого сетью значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешияя характеристика ведомого сетью		Текуший		TT 4.0	
Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  7.5 Текущий коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Пути повышения коэффициента полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, Ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Всемомутационного угла. Опрокидывание инвертора в мешения характериетика ведомого сстью	7.4	_	-	11K-4.2	
комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при- нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  Знергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-пирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин- вертора. Вивешняя харак- теристика ведомого сетью		Rempens			
и способы реализации принудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  Знергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутоль компутации, послекоммутации, послекоммутации, послеком инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора уславение послекоммутационного угла. Опрокидывание инверторам теристика ведомого сетью угла. Опрокидывание инверторам теристика ведомого сетью					
нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициент мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое рету-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью					
Выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  Знергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму- тационный угол. Коэффициент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью					
импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.  Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Пути повышения коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутациинт контроль  Текущий тационный угол. Коэффи-циент контроль мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
напряжения в тяговых выпрямителях.  Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов.  Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации нослеком мутационный угол. Коэффи-циент контроль  Текущий контроль мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			*		
8.0 Раздел 8. Инверторы.  Текущий контроль Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации инвертор а автоматическое регу-лирование инвертор ана минимальное значение поерком ображение поерком ображение поерком ображение инвертор ображение предоставление поерком ображение поерком о					
7.5 Текущий контроль Коэффициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициента полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			_		
7.5 Текущий коэффициента мощности. Коэффициента мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управляения, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутациин инвертора, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			-		
7.5 Текущий контроль Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, утол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации, послеком навтоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
7.5 Текущий контроль Коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации инвертора, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
Коффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.  8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутации на вертора, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью	7.5	Текущий		ПК-4 2	Собеселование (устно)
8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью	7.5	контроль	Коэффициент полезного	11111-4.2	соосседование (устно)
8.0 Раздел 8. Инверторы.  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутации, послекоммутациент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			действия вы-прямителя. Потери		
8.0 Раздел 8. Инверторы.    Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутациент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			мощно-сти в выпрямительных		
8.1  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью			установках.		
8.1  Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью	8.0	Раздел 8. Инверт	оры.		
8.1 Текущий тационный угол. Коэффи-циент мощности инвертора, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.1 Текущий контроль Текущий контроль Текущий инвертора, ведомого инвертора, ведомого коммутации, послекоммутациент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекоммутации, послекоммутационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.1 Текущий тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.1 Текущий коммутации, послекоммутацииный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.1 Текущий контроль Коммутации, послекоммутациент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
8.1 Текущий контроль тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью					
контроль мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью		Текуппий			
автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью	8.1	_		ПК-4.2	
инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание инвертора. Внешняя характеристика ведомого сетью		ROUTPOILE			
значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью					
угла. Опрокидывание ин- вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью					
вертора. Внешняя харак- теристика ведомого сетью			-		
теристика ведомого сетью					
			= =		
инвертора.			=		
			инвертора.		

			T	
		Назначение и классифика-ция		
		автономных инверто-ров.		
		Автономные инверто-ры как		
		источники пере-менного тока		
		произволь-ной частоты.		
		Применение автономных		
		инверторов в тяговом приводе		
		электро-возов. Классификация		
8.2	Текущий	ав-тономных инверторов. Ав-	ПК-4.2	Собеседование (устно)
0.2	контроль	тономные инверторы	1110 1.2	Сообседование (устио)
		напряжения (АИН). Прин-цип		
		действия АИН. Авто-номные		
		инверторы тока (АИТ). Принцип		
		действия. Роль входной		
		индуктивно-сти. Схема АИТ и		
		принцип коммутации тока.		
		Анализ форм тока и напряжения		
		на входе и выходе АИТ.		
9.0	Раздел 9. Импу	ульсные преобразователи постоянног	о тока.	T
		Назначение и классифика-ция		
		импульсных преобра-зователей.		
		Принцип им-пульсного		
		регулирования напряжения		
		постоянного тока. Способы		
		модуляции. Применение		
	Т	импульсных преобразователей в		
9.1	Текущий	элек-троснабжении. Схемы им-	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	контроль	пульсных преобразовате-лей.		
		Преобразователи с широтным и		
		частотным регулированием		
		напряже-ния. Узлы		
		принудительной коммутации.		
		Электромаг-нитные процессы при им-пульсном регулировании		
		напряжения.		
10.0	Разлен 10 Спо	жные преобразователи электрическо	⊥ й энепгии	
10.0	таздел тог сло	Понятие о сложных	п эпертин.	
		преобразователях электрической		
		энергии, включающих насколько		
		ступеней преобразования.		
10.1	Текущий	Классификация многозвенных	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	контроль	преобразователей. Роль		
		многозвенных преобразователей		
		в электрической тяге.		
		Преобразователи частоты.		
11.0	Раздел 11. Кур	совая работа по разработке преобразо	ователей подс	ганции.
		Разработка преобразова-телей.		
		Общие требования к		
		конструкциям преобразо-		
		вателей. Порядок выпол-нения		
		электрических и тепловых		
		расчетов преоб-разователей.		
		Назначение и состав расчетов.		
11.1	Текущий	Расчет-ные схемы и схемы заме-	ПК-4.2	
11.1	контроль	щения. Расчеты рабочих и	111. 1.2	
		аварийных режимов.		
		Обоснование и выбор типа		
		-		
		полупроводниковых при-боров.		
		полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения		
		полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов.		
		полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических харак-		
		полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик		
11.2	Текущий	полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик  Расчет силовой цепи трех-	ПК 4.2	
11.2	Текущий контроль	полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических характеристик	ПК-4.2	

		тягово-го трансформатора. Внешние и регулировоч-ные		
		характеристики вы-прямителя.		
		Расчет зависимости угла		
		коммутации тиристоров и угла		
		сдвига по фазе мгновенных		
		значений тока первой гармоники		
		относи-тельно мгновенных		
11.3	Текущий	значе-ний напряжения первой	ПК-4.2	
11.3	контроль	гармоники в первичной обмотке	11K-4.2	
		тягового транс-форматора и		
		коэффициен-та мощности		
		выпрямителя с нагрузкой КМ от		
		угла регулирования тиристоров		
		выпрямителя		
		Расчет индуктивности це-пи		
		выпрямленного тока. Расчет		
		минимальной дли-тельности		
	Текущий	импульса управления		
11.4	контроль	тиристорами выпрямительной	ПК-4.2	Собеседование (устно)
	контроль	установ-ки. Временные		
		диаграммы ЭДС, напряжений		
		токов. Расчет параметров защит-		
		ных элементов выпрями-теля.		
	1	4 курс, сессия летняя	I	T ==
	Промежуточная	Курсовая работа по разработке	ПК-4.1	Курсовая работа
	аттестация	преобразователей подстанции	ПК-4.2	(письменно)
		1 1		Курсовая работа (устно)
	-			Экзамен (собеседование)
	Промежуточная	Экзамен	ПК-4.1	Экзамен - тестирование
	аттестация		ПК-4.2	(компьютерные
				технологии)

<sup>\*</sup>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		Представление
$N_{\underline{0}}$	№ оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	оценочного
			средства в ФОС

<sup>\*\*</sup>ПП – практическая подготовка

		Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с
		обучающимся на темы, связанные с изучаемой Вопросы для
1	Соборожения	дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний собеседования по
1	Собеседование	обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме темам/разделам
		и т.п. дисциплины
		Может быть использовано для оценки знаний
		обучающихся

Промежуточная аттестация

		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
5	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

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

одошими урогим осгосиим помистепции					
			Уровень		
Шкалы оценивания		Критерии оценивания	освоения		
			компетенции		
«онично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения	Высокий		

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

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена

теет промежуто так иттеетиции в форме за тега 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	

Курсовая работа

Шкала оценивания	оценивания Критерии оценивания	
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы	
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать	

	собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя	
	исправляет ошибки в ответе	
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы	
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям.	

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

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания		
«отлично»		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»	«зачтено»	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 Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ		
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	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.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Общие свойства проводни-ков, полупроводников и диэлектриков. Теория электроннодырочного перехода полупроводни-ковых структур. Основы зонной теории полупроводников. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Образо-вание и свойства элек-тронно-дырочного перехо-да при включении его в электрическую цепь. Про-

бой электронно-дырочного перехода. Понятие о тех-нологии формирования электроннодырочного перехода.»

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 BAX последовательно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , какова величина эк- вивалентного 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.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Выпрямляющий элемент как главный рабочий эле-мент диода. Вольтампер-ная характеристика диода, влияние на нее температу-ры. Параметры диодов, понятие о лавинных дио-дах. Потери мощности в диодах и температурный режим. Конструкции дио-дов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы. Групповое соединение ди-одов. Разбросы парамет-ров и характеристик дио-дов.»

- 1. Каким образом рассчитываются предельные значения напряжения и тока в резисторах?
- 2. Что изменится, если в ходе выполнения опытов при исследовании ВАХ резисторов, напряжение и ток в резисторе превышают предельные значения?
- 3. Принципиальное отличие ВАХ лампы накаливания от ВАХ резисторов?
- 4. Почему ВАХ лампы накаливания является нелинейной?
- 5. Почему электрическое сопротивление нити накаливания лампы изменяется в зависимости от напряжения на лампе?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Принцип действия бипо-лярных транзисторов. Фи-зические процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электриче-скую цепь. Характеристи-ки, параметры и классифи-кация биполярных транзи-сторов. Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструк-ции транзисторов, типы переходов. Силовые тран-зисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзи-стора. Усилительный кас-кад на транзисторе. Исследование транзисторов для усиления непрерыв-ных электрических сигна-лов. Классы усиления. Ра-бота транзистора в ключе-вом режиме. Применение транзисторных ключевых схем в импульсных устройствах. Усилитель-ные каскады на транзи-сторах. Обратная связь в усилителях. Промежуточ-ные и оконечные усилите-ли. Стабилизация положе-ния рабочей точки. Расче-ты усилительных каскадов на транзисторах.»

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  $R_{\mbox{\tiny H}} = 2R_2.$
- 15. Рассчитать напряжение на выходе делителя напряжения, если  $R_{\rm H} = 0.5 R_2.$

«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.»

Полупроводниковые диоды.

- 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?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления ин-формации: аналоговая и цифровая. Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной реализации. Ло-гический базис и функцио-нальные полные системы логических элементов. Ре-ализация комбинационных схем в различном логическом базисе. Аналого-цифровые и циф-ро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Способы аналого-цифрового преоб-разования (АЦП), АЦП по-

следовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величи-ны в интервал. Структур-ные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их применение. Определение и классификация триггеров. Простей-шие и универсальные триг-геры. Триггеры со счетным входом.

Триггеры как эле-менты запоминающих и счетных устройств. После-довательностные логиче-ские схемы. Электронные двоичные счетчики, реги-стры, запоминающие устройства, шифраторы, дешифраторы.»

- 1. По какому значению обратного напряжения заводы указывают класс диода по напряжению?
- 2. Назовите параметры диода, которые указывают заводы-изготовители в паспорте диода, в справочниках, на корпусе силового диода.
- 3. Назовите причину возникновения обратного тока в диоде, для какого режима работы диода заводами указывается величина обратного тока?
- 4. Как влияет повышение температуры электронной структуры на вольтамперные характеристики диода?
  - 5. Каким образом можно проверить исправность диода с помощью мультиметра?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототиристо-ры и фоторезисторы, их применение в оптронах. Туннельные диоды. Тер-мисторы, варисторы, пози-сторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы полупроводниковых при-боров.»

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения

коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощности в выпрямительных установках.»

- 1. Почему возникает необходимость проверки исправности диода при рабочем напряжении?
- 2. 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?
- 3. Расскажите работу схемы (рис. 2.3) и распределение напряжения по элементам схемы в первый и во второй полупериод переменного входного напряжения.
- 4. Расскажите, как выполняется преобразование синусоидального напряжения на вторичной обмотке трансформатора в напряжение прямоугольной формы с помощью диодного ограничителя (рис. 2.4).
- 5. Какой уровень напряжения получается на выходе диодного ограничителя (рис. 2.4)? Изложите обоснование данного уровня напряжения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Назначение и классифика-ция автономных инверто-ров. Автономные инверто-ры как источники пере-менного тока произволь-ной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электро-возов. Классификация ав-тономных инверторов. Ав-тономные инверторы напряжения (АИН). Прин-цип действия АИН. Авто-номные инверторы тока

(АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивно-сти. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.»

- 1. Назначение электронно-лучевого осциллографа, какие электрические величины и значения этих величин можно измерить с помощью электронно-лучевого осциллографа?
- 2. Как определить штекер для подачи входного сигнала на осциллограф?
- 3. Каким образом можно определить полярность электрических сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа?
- 4. Каким образом можно определить масштаб по вертикальной оси на экране осциллографа?
  - 5. Как определить масштаб по горизонтальной оси на экране осциллографа?
- 6. Какими органами управления достигается устойчивое изображение на экране осциллографа?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Назначение и классифика-ция импульсных преобра-зователей. Принцип им-пульсного регулирования напряжения постоянного тока. Способы модуляции. Применение импульсных преобразователей в элек-троснабжении. Схемы им-пульсных преобразовате-лей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряже-ния. Узлы принудительной коммутации. Электромаг-нитные процессы при им-пульсном регулировании напряжения.»

Биполярные транзисторы и транзисторные усилительные каскады.

- 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.

- «Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих насколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты.»
  - 1. Раскрыть буквенные и цифровые обозначения на корпусе транзисторов, с которыми проводились опыты.
- 2. Изложить методику проведения опытов для исследования зависимости коэффициента усиления по току транзисторов от тока базы.
- 3. Каким образом выполнялось измерение тока базы в процессе исследования коэффициента усиления по току биполярного транзистора?
- 4. Что такое коэффициент усиления биполярного транзистора по току, по напряжению?
  - 5. Рассказать принцип действия транзисторного ключа.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования «Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли-тельности импульса управления тиристорами выпрямительной установ-ки. Временные диаграммы

ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защит-ных элементов выпрями-теля.»

- 1. Как работает транзисторный инвертор в первый и во второй полупериод периодического входного сигнала прямоугольной формы?
- 2. Почему напряжение на выходе транзисторного инвертора больше напряжения на входе?
- 3. Как происходит инвертирование сигнала прямоугольной формы генератора ГСС с помощью транзисторного инвертора?
  - 4. Что означает ключевой режим работы транзисторного усилителя?
  - 5. Назначение и устройство усилительного каскада низкой частоты.
  - 6. Назначение отдельных элементов усилителя низкой частоты.
- 7. Каким образом обеспечивается снижение нелинейных искажений в усилителях низкой частоты на биполярных транзисторах?
- 8. Что понимается под нелинейными искажениями выходного сигнала усилителей низкой частоты?
  - 9. Назвать области применения усилителей низкой частоты.
  - 10. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по постоянному току?
- 11. Каким образом устанавливали рабочую точку биполярного транзистора в усилителе низкой частоты?
  - 12. Назначение резистора  $R_9$  и конденсатора  $C_9$ ?
  - 13. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по переменному току?
- 14. Каким образом определялся коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада низкой частоты?
- 15. Почему происходит инвертирование сигнала при работе усилительного каскада низкой частоты?
- 16. Как определялись токи базы, коллектора в рабочей точке транзистора усилительного каскада низкой частоты?
- 17. Почему получается низкий коэффициент полезного действия у усилительных каскадов низкой частоты?

### 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		Характеристика	Количество
достижения	Тема в соответствии с РПД	ТЗ	тестовых
компетенции		1.5	ICCIOBBIA

			заданий, типы ТЗ
	Электронная и преобразо-вательная техника как фактор ускорения научно-технического прогресса на	Знание	5-3T3 5 - OT3
	железнодорожном транс-порте. Исторический очерк развития	Умение	5-3T3
ПК-4.1	преобразовате-лей электрической тяги. Классификация элементов и устройств преобразова-тельной техники. Совре-	3 Menne	5 - OT3
	менное состояние и основ-ные тенденции развития преобразовательной тех-ники.	Действие	5-3T3 5 - OT3
	Общие свойства проводни-ков, полупроводников и	Знание	5-3T3
	диэлектриков. Теория электронно-дырочного перехода полупроводни-ковых структур. Основы зонной теории		5 - OT3 5-3T3
ПК-4.1	полупро-водников. Собственная и примесная проводимости	Умение	5 - OT3
	полупроводников. Образо-вание и свойства элек-тронно-дырочного перехо-да при включении его в электрическую	Действие	5-3T3
	цепь. Про-бой электронно-дырочного перехода. Понятие о тех-нологии формирования электронно-дырочного перехода.	деиствие	5 - OT3
	Выпрямляющий элемент как главный рабочий эле-мент диода.	Знание	5-3T3
	Вольтампер-ная характеристика диода, влияние на нее температу-ры. Параметры диодов, понятие о лавинных дио-		5 - OT3 5-3T3
ПК-4.1	дах. Потери мощности в диодах и температурный режим.	Умение	5 - OT3
	Конструкции дио-дов. Системы охлаждения силовых диодов, тепловое сопротивление диодов и охлаждающей системы.	Действие	5-3T3
	Групповое соединение ди-одов. Разбросы парамет-ров и характеристик дио-дов.	деиствис	5 - OT3
	Принцип действия бипо-лярных транзисторов. Фи-зические	Знание	5-3T3
	процессы в структуре биполярных транзисторов и схемы их включения в электриче-скую цепь. Характеристи-ки,		5 - OT3 5-3T3
	параметры и классифи-кация биполярных транзи-сторов.	Умение	5 - OT3
ПК-4.1	Принцип действия, характеристики, схемы включения, параметры и классификация полевых транзисторов. Конструкции транзисторов, типы переходов. Силовые тран-зисторы. Усилительный и ключевой режимы работы транзи-стора. Усилительный кас-кад на транзисторе. Ис-следование		
	транзисторов для усиления непрерыв-ных электрических сигна-лов. Классы усиления. Ра-бота транзистора в ключе-вом режиме. Применение транзисторных ключевых схем в импульсных устройствах. Усилитель-ные каскады на транзи-	Действие	5-3T3 5 - OT3
	сторах. Обратная связь в усилителях. Промежуточ-ные и оконечные усилите-ли. Стабилизация положе-ния рабочей точки. Расче-ты усилительных каскадов на транзисторах.  Тиристоры. Принцип действия тиристоров и физические	Знание	5-3T3
	процессы в четырехслойной полупроводниковой структуре. Вольтамперная характеристика тиристора. Переходные	V	5 - OT3 5-3T3
ПК-4.1	процессы при включении и выключении тиристоров, способы выключения тиристоров. Предельные и характеризующие	Умение	5 - OT3
	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.	Действие	5-3T3 5 - OT3
	Сообщения и сигналы в системах управления. Две формы представления ин-формации: аналоговая и цифровая.	Знание	5-3T3 5 - OT3
	Логические элементы и логические схемы на транзисторах. Простейшие логические элементы и способы их схемной	Умение	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.1	реализации. Ло-гический базис и функцио-нальные полные системы логических элементов. Ре-ализация комбинационных схем в различном логиче-ском базисе. Аналого-цифровые и циф-ро-аналоговые преобразо-ватели (ЦАП). Способы аналого-цифрового преоб-разования (АЦП), АЦП последовательного счета, АЦП с промежуточным преобразованием величи-ны в интервал. Структур-ные схемы ЦАП и АЦП. Триггеры и их применение. Определение и	Действие	5-3T3 5 - OT3

	классифи-кация тригтеров. Простей-шие и универсальные триг-геры. Тригтеры со счетным входом. Тригтеры как элементы запоминающих и счетных устройств. Последовательностные логиче-ские схемы. Электронные двоичные счетчики, реги-стры, запоминающие устройства, шифраторы, дешифраторы.		
ПК-4.1	Стабилитроны, фото- и светодиоды, фототиристо-ры и	Знание	5-3T3 5 - OT3
	фоторезисторы, их применение в оптронах. Туннельные диоды. Тер-мисторы, варисторы, пози-сторы, магниторезисторы, варикапы. Другие типы	Умение	5-3T3 5 - OT3
	полупроводниковых при-боров.	Действие	5-3T3 5 - OT3
	Назначение и классифика-ция выпрямителей. Преобразователь переменного тока в постоянный. Вы-прямительная	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	установка, преобразовательный трансформатор, сглаживающий фильтр. Выпрями-тельный агрегат (выпря-митель), классификация и применение выпрямителей в электрической	Умение	5-3T3 5 - OT3 5-3T3
	тяге.	Действие	5 - OT3
	Выпрямление однофазного тока. Нулевые и мостовые	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	выпрямители. Схема вы-прямления и основные со-отношения между токами и напряжениями.	Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
	Электромагнитные про-цессы в выпрямителях при идеализации параметров силовых полупроводнико-вых	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	приборов и трансфор-матора при идеально сглаженном токе в цепи нагрузки. Роль индуктив-ности в цепях переменного и	Умение	5-3T3 5 - OT3
	постоянного тока вы-прямителей. Основы тео-рии коммутации выпрями-телей. Работа выпрямите-ля на ЭДС.	Действие	5-3T3 5 - OT3
	Управляемые выпрямите-ли. Регулирование средне-го выпрямленного напря-жения. Внешние характе-ристики неуправляемых и управляемых выпрямите-лей. Уравнение внешней характеристики. Примене-ние однофазных выпрямителей на электроподвиж-ном составе. Выпрямители с принудительной комму-тацией тока. Назначение и способы реализации при-нудительной коммутации тока в выпрямителях. Принцип импульсного ре-гулирования напряжения в тяговых выпрямителях.	Знание	5-3T3 5 - OT3
		Умение	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2		Действие	5-3T3 5 - OT3
	Энергетические показате-ли выпрямителей. Коэф-фициент мощности. Пути повышения коэффициента мощности. Коэффициент полезного действия вы-прямителя. Потери мощно-сти в выпрямительных установках.	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2		Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
	Назначение инверторов. Принцип работы ведомого сетью инвертора. Условие перевода управляемого выпрямителя в режим ин-вертора, ведомого сетью. Угол управления, угол коммутации, послекомму-тационный угол. Коэффи-циент мощности инверто-ра, автоматическое регу-лирование инвертора на минимальное значение послекоммутационного угла. Опрокидывание ин-вертора. Внешняя харак-теристика ведомого сетью инвертора.	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2		Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Назначение и классифика-ция автономных инверто-ров. Автономные инверто-ры как источники пере-менного тока	Знание	5-3T3 5 - OT3
	произволь-ной частоты. Применение автономных инверторов в тяговом приводе электро-возов. Классификация автономных инверторов. Ав-тономные инверторы напряжения	Умение	5-3T3 5 - OT3
	(АИН). Прин-цип действия АИН. Авто-номные инверторы тока (АИТ). Принцип действия. Роль входной индуктивно-сти. Схема АИТ и принцип коммутации тока. Анализ форм тока и напряжения на входе и выходе АИТ.	Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Назначение и классифика-ция импульсных преобра-зователей. Принцип им-пульсного регулирования напряжения	Знание	5-3T3 5 - OT3
	постоянного тока. Способы модуляции. Применение	Умение	5-3T3

	импульсных преобразователей в элек-троснабжении. Схемы		5 - OT3
	им-пульсных преобразовате-лей. Преобразователи с широтным и частотным регулированием напряже-ния. Узлы принудительной коммутации. Электромаг-нитные процессы при им-пульсном регулировании напряжения.	Действие	5-3T3 5 - OT3
	Понятие о сложных преобразователях электрической энергии, включающих насколько ступеней преобразования. Классификация многозвенных преобразователей. Роль	Знание	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2		Умение	5-3T3 5 - OT3
	многозвенных преобразователей в электрической тяге. Преобразователи частоты.	Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Разработка преобразова-телей. Общие требования к конструкциям преобразо-вателей. Порядок выпол-нения	Знание	5-3T3 5 - OT3
	электрических и тепловых расчетов преоб-разователей. Назначение и состав расчетов. Расчет-ные схемы и схемы	Умение	5-3T3 5 - OT3
	заме-щения. Расчеты рабочих и аварийных режимов. Обоснование и выбор типа полупроводниковых при-боров. Расчет группового соединения полупровод-никовых приборов. Расче-ты энергетических харак-теристик	Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Расчет силовой цепи трех-фазного управляемого выпрямителя». Расчет параметров тягово-го трансформатора. Внешние и регулировоч-ные характеристики вы-прямителя.	Знание	5-3T3 5 - OT3
		Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Расчет зависимости угла коммутации тиристоров и угла сдвига по фазе мгновенных значений тока первой гармоники относи-тельно мгновенных значе-ний напряжения первой гармоники в первичной обмотке тягового транс-форматора и коэффициен-та мощности выпрямителя с нагрузкой КМ от угла регулирования тиристоров выпрямителя	Знание	5-3T3 5 - OT3
		Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
ПК-4.2	Расчет индуктивности це-пи выпрямленного тока. Расчет минимальной дли-тельности импульса управления тиристорами выпрямительной установ-ки. Временные диаграммы ЭДС, напряжений токов. Расчет параметров защитных элементов выпрями-теля.	Знание	5-3T3 5 - OT3
		Умение	5-3T3 5 - OT3
		Действие	5-3T3 5 - OT3
		Итого	200 – OT3 200-3T3

Полный комплект  $\Phi$ ТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом  $\Phi$ ТЗ.

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 Р	Вт
Полная мощность S	BAp

Мощность сдвига Q	BA
Мощность искажения Т	BAp

## 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?

- А) Действующее
- В) Мгновенное
- С) 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 выравнивать:

- А) Ток в приборах.
- В) Напряжение на приборах
- С) Мощность приборов

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

1\0	НЕ
1∨1	ИЛИ
T	Исключающее ИЛИ
1 🕀 1	HE

# 9. Выберите правильный ответ.

Что такое коэффициент мощности выпрямителя?

- А) Отношение активной мощности первичной обмотки к ее реактивной мощности
- В) Отношение реактивной мощности первичной обмотки к ее полной мощности
- С) 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?

- А) Возрастает
- В) Уменьшается
- С) 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	Рабочее максимальное мгновенное напряжение
соединение диодов	превышает допустимое значение обратного напряжения.
Параллельное соединение	Среднее значение тока нагрузки превышает предельный
диодов	ток диода.

# 15. Выберите правильный ответ.

Согласование напряжения питающей сети с напряжением потребителя энергии выполняется:

- А) Выпрямительной установкой,
- В) Фильтром.
- С) 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 устройство 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?

- А) Способ широтно-импульсной модуляции.
- В) Способ частотно-импульсный.
- С) Способ импульсно-фазовый.

## **19.** Дополните.

Зависимость среднего значения выпрямленного напряжения от среднего значения выпрямленного тока при постоянном угле регулирования тиристоров преобразователя называется ......характеристика.

20. Выберите правильный ответ.

Для оценки эффективности использования преобразователя применяется:

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

#### 3.3 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

- 1. Принцип выпрямления переменного тока и основные схемы выпрямителей.
- 2. Коммутация тока в силовых полупроводниковых приборах выпрямителей с индуктивной нагрузкой.

В результате чего начинается коммутация тока диодов (тиристоров), почему угол коммутации не может быть равен нулю, от чего зависит его величина?

Как изменяются токи диодов (тиристоров) в процессе коммутации, чему равна их сумма?

Почему в период коммутации напряжение на вторичной обмотке трансформатора и выпрямленное напряжение равны нулю?

Под действием какой ЭДС протекает ток нагрузки после окончания коммутации диодов?

3. Характеристики и параметры выпрямителя.

Как регулируется выпрямленное напряжение, что такое регулировочная характеристика?

Что такое внешняя характеристика, почему выпрямленное напряжение уменьшается при увеличении тока нагрузки выпрямителя?

Какие параметры элементов схемы выпрямителя приняты равными нулю при расчете выпрямленного напряжения? Как повлиял бы их учет на положение внешней характеристики?

Что такое коэффициент мощности выпрямителя, от чего он зависит?

Что такое коэффициент искажения формы кривой тока?

Какую форму имеют кривые тока в обмотках трансформатора, каким методом определяется их гармонический состав?

Что такое типовая мощность трансформатора?

Какие нормируемые параметры диодов и тиристоров используются для расчета выпрямительной установки?

Почему выпрямительные установки мощных преобразователей ЭПС всегда имеют принудительное охлаждение?

4. Защита силовых полупроводниковых приборов выпрямителя.

Назначение устройств защиты силовых полупроводниковых приборов?

Элементы устройств защиты?

Назначение шунтирующих резисторов?

Назначение демпфирующих (снабберных) цепочек?

5. Сглаживание выпрямленного тока.

Что такое коэффициент пульсаций выпрямленного тока  $k_{n1}$ ?

За счет чего пульсации тока в обмотке возбуждения меньше пульсаций тока якоря?

От чего зависит амплитудное значение первой гармонической составляющей выпрямленного тока?

Какую частоту имеет первая гармоническая составляющая выпрямленного напряжения, как рассчитывается ее амплитудное значение?

Как влияет длительность импульса управления тиристором на минимальное значение выпрямленного напряжения?

Что такое постоянная времени электрической цепи выпрямителя?

6. Система управления выпрямителем.

Как переводится тиристор в проводящее состояние?

Как выглядит структура системы и в чем состоит назначение функциональных блоков?

Основные блоки системы управления выпрямителем?

Назначение блоков системы управления?

#### 3.4 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 p-n переходе.
- 10. Обратное включение диода, объемный заряд и потенциальный барьер p-n 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 тиристоров.
- 50. Параллельное соединение тиристоров.
- 51.Запираемые и другие виды силовых тиристоров.
- 52. Потери мощности в тиристорах.
- 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.

#### 3.5 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

Электропроводность проводников и полупроводников.

- 6. Рассказать методику опытной проверки закона Ома для участка электрической цепи постоянного тока.
- 7. Изложить принцип действия электрической схемы для исследования ВАХ и электропроводности проводников, полупроводников.
- 8. Построить BAX последовательно соединенных резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , какова величина эк- вивалентного электрического сопротивления, для заданного тока? Найти напряжение на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$  и напряжения на каждом из резисторов.
- 9. 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.
- 10. Каким образом рассчитываются предельные значения напряжения и тока в резисторах?
- 11. Что изменится, если в ходе выполнения опытов при исследовании ВАХ резисторов, напряжение и ток в резисторе превышают предельные значения?
- 12. Принципиальное отличие ВАХ лампы накаливания от ВАХ резисторов?
- 13. Почему ВАХ лампы накаливания является нелинейной?
- 14. 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  $R_{\text{H}} = 2R_2$ .
- 15. Рассчитать напряжение на выходе делителя напряжения, если  $R_{\mbox{\tiny H}} = 0.5 R_2.$

## 3.6 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Полупроводниковые диоды.

- 6. 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.
- 7. Объясните, почему у полупроводникового диода при прямом включении электропроводность увеличивается с повышением напряжения?
- 8. Объясните, почему у полупроводникового диода при обратном включении электропроводность снижается?
- 9. 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?
- 10. До какого уровня можно увеличивать напряжение, прикладываемое к диоду в обратном направлении?
- 11. По какому значению обратного напряжения заводы указывают класс диода по напряжению?
- 12. Назовите параметры диода, которые указывают заводы-изготовители в паспорте диода, в справочниках, на корпусе силового диода.
- 13. Назовите причину возникновения обратного тока в диоде, для какого режима работы диода заводами указывается величина обратного тока?
- 14. Как влияет повышение температуры электронной структуры на вольтамперные характеристики диода?
  - 15. Каким образом можно проверить исправность диода с помощью мультиметра?
- 16. Почему возникает необходимость проверки исправности диода при рабочем напряжении?
- 17. 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?
- 18. Расскажите работу схемы (рис. 2.3) и распределение напряжения по элементам схемы в первый и во второй полупериод переменного входного напряжения.
- 19. Расскажите, как выполняется преобразование синусоидального напряжения на вторичной обмотке трансформатора в напряжение прямоугольной формы с помощью диодного ограничителя (рис. 2.4).
- 20. Какой уровень напряжения получается на выходе диодного ограничителя (рис. 2.4)? Изложите обоснование данного уровня напряжения.
- 21. Назначение электронно-лучевого осциллографа, какие электрические величины и значения этих величин можно измерить с помощью электронно-лучевого осциллографа?
  - 22. Как определить штекер для подачи входного сигнала на осциллограф?
- 23. Каким образом можно определить полярность электрических сигналов с помощью электронно-лучевого осциллографа?
- 24. Каким образом можно определить масштаб по вертикальной оси на экране осциллографа?
  - 25. Как определить масштаб по горизонтальной оси на экране осциллографа?

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

#### 3.7 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 р-п 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 р-п 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 тиристоров 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.

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

(для оценки умений)

Биполярные транзисторы и транзисторные усилительные каскады.

- 6. Рассказать устройство биполярных транзисторов.
- 7. Изобразить электронную структуру биполярных транзисторов различных типов проводимости.
- 8. Рассказать принцип действия биполярных транзисторов различных типов проводимости.
- 9. Каким образом обеспечивается усиление сигнала в усилителях на биполярных транзисторах?
- 10. Рассказать методику определения выводов транзистора, типа проводимости и исправности биполярных транзисторов.
- 11. Раскрыть буквенные и цифровые обозначения на корпусе транзисторов, с которыми проводились опыты.
- 12. Изложить методику проведения опытов для исследования зависимости коэффициента усиления по току транзисторов от тока базы.
- 13. Каким образом выполнялось измерение тока базы в процессе исследования коэффициента усиления по току биполярного транзистора?
- 14. Что такое коэффициент усиления биполярного транзистора по току, по напряжению?
  - 15. Рассказать принцип действия транзисторного ключа.

- 16. Как работает транзисторный инвертор в первый и во второй полупериод периодического входного сигнала прямоугольной формы?
- 17. Почему напряжение на выходе транзисторного инвертора больше напряжения на входе?
- 18. Как происходит инвертирование сигнала прямоугольной формы генератора ГСС с помощью транзисторного инвертора?
  - 19. Что означает ключевой режим работы транзисторного усилителя?
  - 20. Назначение и устройство усилительного каскада низкой частоты.
  - 21. Назначение отдельных элементов усилителя низкой частоты.
- 22. Каким образом обеспечивается снижение нелинейных искажений в усилителях низкой частоты на биполярных транзисторах?
- 23. Что понимается под нелинейными искажениями выходного сигнала усилителей низкой частоты?
  - 24. Назвать области применения усилителей низкой частоты.
  - 25. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по постоянному току?
- 26. Каким образом устанавливали рабочую точку биполярного транзистора в усилителе низкой частоты?
  - 27. Назначение резистора  $R_9$  и конденсатора  $C_9$ ?
  - 28. Что означает режим работы усилителя низкой частоты по переменному току?
- 29. Каким образом определялся коэффициент усиления по напряжению усилительного каскада низкой частоты?
- 30. Почему происходит инвертирование сигнала при работе усилительного каскада низкой частоты?
- 31. Как определялись токи базы, коллектора в рабочей точке транзистора усилительного каскада низкой частоты?
- 32. Почему получается низкий коэффициент полезного действия у усилительных каскадов низкой частоты?

#### 3.9 Перечень типовых практических заданий к экзамену

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Эмиттерные повторители и транзисторные источники тока.

- 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 ( $E_{\kappa} = 0$ )?
- 5. Как объяснить увеличение напряжения ГСС при подаче напряжения питания на эмиттерный повторитель ( $E_{\kappa}$  = 12 B)?
- 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?

# 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
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

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	Шкала оценивания
по результатам текущего контроля	
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной	
неудовлетворительной оценки по текущему	«зачтено»
контролю	
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна	//He SOUTHION
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



Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Электронная техника и преобразователи в электроснабжении</u>»

$\mathbf{y}_1$	гверждаю:
	ощий кафедрой
<u> </u>	» ИрГУПС

- 1. Современное состояние и основные тенденции развития силовой и информацион-ной электроники.
- 2. Эмиттерный повторитель.
- 3. Внешние характеристики выпрямителя.