

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от « 25 » мая 2018 г. № 414-1

**Б1.В.ДВ.03.01 Электропитающие устройства автоматики и телемеханики**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов  
Специализация – № 2 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения  
Форма обучения – заочная  
Нормативный срок обучения – 6 лет  
Кафедра-разработчик программы – «Автоматика, телемеханика и связь»

Общая трудоемкость в з.е. – 3                      Формы промежуточной аттестации:  
Часов по учебному плану – 108                      зачет 4, контрольная работа 4

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
– лекции	4	4
– практические (семинарские)	4	4
– лабораторные	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>92</b>	<b>92</b>
<b>Зачет</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

ИРКУТСК

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	Формирование у студентов твердых знаний о принципах построения электропитающих устройств (ЭПУ) железнодорожной автоматики и телемеханики, умения обоснованного выбора оптимальных технических решений для конструирования и модернизации электропитающих устройств автоматики и телемеханики с учетом конкретных условий эксплуатации на отечественных железных дорогах, а также первичных навыков диагностики и регулирования технического состояния электропитающих устройств автоматики и телемеханики (АТ)
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
1	Формирование необходимых теоретических знаний о конструкции, принципе действия, методах и способах проектирования и эксплуатации устройств электропитания, применяемых в железнодорожных системах АТ
2	Обучение основным навыкам расчета, диагностики и регулирования технического состояния устройств электропитания и защиты от электрических воздействий систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ)

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Знать основные понятия из теоретических основ электротехники, теории электрических машин и теории линейных электрических цепей, классификацию и виды источников электрической энергии. Уметь измерять электрические величины и параметры электрических сигналов и напряжений. Владеть методикой расчета основных параметров электрических цепей постоянного и переменного тока.
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.В.01 Специальные измерения и рельсовые цепи; Б1.В.02 Микропроцессорные системы автоматики и телемеханики; Б1.В.04 Диспетчерская централизация; Б1.В.ДВ.02.01 Системы контроля параметров подвижного состава; Б1.В.ДВ.03.02 Микропроцессоры в устройствах автоматики и телемеханики; Б2.Б.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа; Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>ПСК-2.4: Способностью применять методы обеспечения безопасности и безотказности систем железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе микроэлектронных систем, настраивать, регулировать и налаживать аппаратуру, конструировать отдельные элементы и узлы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Знать нормы качества электрической энергии и требования правил устройства электроустановок применительно к электропитанию объектов железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ); Основные требования и схемы электроснабжения объектов управления железнодорожного транспорта; Основные причины ухудшения параметров качества электрической энергии; назначение, классификация и область применения устройств преобразования и распределения электрической энергии на объектах управления движением поездов; Принципы построения основных типов преобразователей электрической энергии; Принципы построения бесперебойных систем электропитания
Уметь	Уметь произвести сравнительный инженерно-технический анализ типовых систем и устройств электропитания автоматики и телемеханики; осуществить обоснованный выбор оптимальных инженерных решений для проектирования эффективной эксплуатации по текущему состоянию систем и устройств автоматики и телемеханики с учетом заданных условий
Владеть	Владеть основными приемами и методами технической диагностики устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных устройств технической диагностики
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Знать взаимосвязь между основными параметрами качества электрической энергии и условиями электроснабжения; Основные требования, особенности и схемы электроснабжения объектов ЖАТ; Основные причины ухудшения параметров электрической энергии и способы правильной эксплуатации аппаратуры электропитания в условиях действия дестабилизирующих факторов электроснабжения; иерархическую взаимосвязь между энергосистемой и конечными электропитающими установками объектов ЖАТ; Основные принципы построения устройств преобразования, распределения и стабилизации параметров электрической энергии и особенности их реализа-

	ции на объектах ЖАТ; Принципы построения и основные структурные схемы бесперебойных систем электропитания и способы их автоматизации
Уметь	Уметь произвести инженерный анализ основных эксплуатационно-технических характеристик и параметров современных систем и устройств электропитания автоматики и телемеханики; осуществить обоснованный выбор оптимальных инженерных решений для проектирования и эффективной эксплуатации по текущему состоянию систем электропитания автоматики и телемеханики с учетом заданных условий и норм качества электрической энергии
Владеть	Владеть основными приемами и методами технической диагностики устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных, в т.ч. автоматизированных устройств технической диагностики электропитающих установок и навыками применять их при решении конкретной поставленной задачи при заданных условиях
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	Знать принципы, способы и конкретные инженерные решения для обеспечения норм качества электрической энергии при построении электропитающих установок для потребителей I категории на объектах ЖАТ, в т.ч. в условиях некачественного внешнего электроснабжения и способы правильной эксплуатации аппаратуры электропитания в условиях действия дестабилизирующих факторов электроснабжения; Основы автоматизации электропитающих установок и перспективы развития и внедрения в подразделениях железнодорожного транспорта; структуру комплекса «энергосистема-конечные электропитающие установки» для объектов ЖАТ и особенности его реализации для отдельных видов объектов управления движением поездов; Принципы построения устройств преобразования и распределения электрической энергии и особенности их реализации на объектах управления движением поездов; Принципы регулирования и стабилизации напряжения и тока, схемные решения устройств регулирования и стабилизации напряжения и тока; Принципы построения и структурные схемы бесперебойных систем электропитания, способы их автоматизации и перспективы развития
Уметь	Уметь произвести комплексный инженерный анализ эксплуатационно-технических характеристик современных и перспективных систем и устройств электропитания автоматики и телемеханики; осуществить обоснованный выбор оптимальных инженерных решений для проектирования, автоматизации и эффективной эксплуатации по текущему состоянию систем электропитания автоматики и телемеханики с учетом заданных условий, норм качества электрической энергии и возможности использования перспективных автоматизированных бесперебойных систем электропитания
Владеть	Владеть основными приемами и методами технической диагностики устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных, в т.ч. автоматизированных, устройств технической диагностики электропитающих установок и навыками применять их при решении конкретной поставленной задачи при заданных условиях без посторонней помощи; методикой оценки необходимых требований к средствам технической диагностики систем и устройств электропитания

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	Конструкцию, схемные решения и принцип действия устройств электропитания, применяемых в железнодорожных системах АТ
<b>Уметь</b>	
1	Применять методы и способы конструирования и эксплуатации безопасных и бесперебойных систем электропитания устройств АТ на железнодорожном транспорте
<b>Владеть</b>	
1	Методами расчета, диагностики и регулирования технического состояния устройств электропитания и защиты систем ЖАТ и их обоснованного выбора с учетом заданных требований безопасности и условий эксплуатации

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
<b>Раздел 1. Введение. Системы электропитания</b>					
1.1	Введение. Предмет и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами. Системы электропитания /Лек/	4	2	ПСК-2.4	Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л4.2

1.2	Понятие об энергосистеме. Основные требования и схемы электроснабжения объектов управления железнодорожного транспорта /Ср/	4	2	ПСК-2.4	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л4.2 Э1-Э4
<b>Раздел 2. Аккумуляторы</b>					
2.1	Понятие о первичных и вторичных химических источниках тока. Электрические параметры химических источников тока. Электрические параметры кислотных свинцовых аккумуляторов. Режимы эксплуатации кислотных свинцовых аккумуляторов /Ср/	4	10	ПСК-2.4	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л3.2 Э1-Э4
<b>Раздел 3. Преобразователи напряжения, тока и частоты</b>					
3.1	Классификация и основные характеристики выпрямителей. Принцип работы и характеристики однофазных схем выпрямления. Принцип работы и характеристики трехфазных схем выпрямления. Работа выпрямителей на различные типы нагрузок. Классификация и принцип действия инверторов. Основные схемы коммутации энергии в инверторах. Понятие о конверторах напряжения и преобразователях частоты. Понятие о сглаживающих фильтрах и их классификация. Основные характеристики сглаживающих фильтров. Общая методика расчета сглаживающих фильтров /Ср/	4	14	ПСК-2.4	Л1.1 Л1.2. Л2.1 Л2.3 Л4.3 Э1-Э4
3.2	Исследование параметрических и компенсационных стабилизаторов /Лаб/	4	2	ПСК-2.4	Л2.2 Л2.3 Л3.2 Л4.2
3.3	Исследование основных схем выпрямления /Лаб/	4	2	ПСК-2.4	Л2.3 Л3.1
<b>Раздел 4. Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока</b>					
4.1	Классификация и основные характеристики стабилизаторов напряжения и тока. Способы регулирования напряжения и тока. Ферромагнитные и феррорезонансные стабилизаторы. Параметрические стабилизаторы. Компенсационные стабилизаторы. Импульсные стабилизаторы. Общая методика расчета стабилизаторов напряжения /Ср/	4	10	ПСК-2.4	Л1.1 Л1.2. Л2.1 Л2.3 Л4.1 Л4.3 Э1-Э4
<b>Раздел 5. Методы и средства защиты устройств электропитания от электрических воздействий</b>					
5.1	Классификация электрических воздействий. Способы защиты от мощных импульсов напряжения. Способы защиты от токовых перегрузок. Понятие о заземлении и классификация заземлений /Ср/	4	4	ПСК-2.4	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.3 Э1-Э4
<b>Раздел 6. Электропитание станционных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов, диспетчерской централизации (ДЦ)</b>					
6.1	Резервирование электропитания поста ЭЦ от аккумуляторной батареи в бесперебойной электропитающей установке /Пр/	4	4	ПСК-2.4	Л2.2 Л2.3 Л4.2
6.2	Требования и особенности организации электроснабжения постов ЭЦ и ДЦ. Электропитание постов ЭЦ промежуточных станций. Электропитание постов ЭЦ крупных станций. Схема электропитания постов ДЦ. Электропитающие установки бесперебойного электропитания постов ЭЦ /Ср/	4	14	ПСК-2.4	Л1.2 Л2.1 Э1-Э4
6.3	Контрольная работа /Ср/	4	10	ПСК-2.4	Л2.2 Л2.3 Л4.2

					Э1-Э4
<b>Раздел 7. Электропитание перегонных устройств автоблокировки, переездной автоматики</b>					
7.1	Требования к электропитанию перегонных устройств АТ. Типовые схемы электропитания перегонных устройств АТ /Лек/	4	2	ПСК-2.4	Л2.1 Л2.2 Л2.3
7.2	Электропитание устройств автоблокировки и переездной сигнализации. Электропитание устройств полуавтоматической блокировки /Ср/	4	8	ПСК-2.4	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1-Э4
<b>Раздел 8. Электропитание микропроцессорных устройств и средств вычислительной техники</b>					
8.1	Особенности электропитания микропроцессорных устройств и вычислительной техники. Структурные схемы источников вторичного электропитания. Основные принципы рационального конструирования импульсных источников вторичного электропитания. /Ср/	4	10	ПСК-2.4	Л1.2 Л2.1 Э1-Э4
<b>Раздел 9. Перспективы и направления развития устройств электропитания. Заключение</b>					
9.1	Основные причины ухудшения параметров электрической энергии и способы правильной эксплуатации аппаратуры электропитания в условиях действия дестабилизирующих факторов электроснабжения. Системы бесперебойного электропитания. Автоматизация электропитающих установок. Перспективы их развития и внедрения в подразделениях железнодорожного транспорта /Ср/	4	10	ПСК-2.4	Л1.2 Л2.1 Э1-Э4
	<b>Зачет</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	ПСК-2.4	Л1.1, Л1.2 Л2.1- Л2.3 Л4.1- Л4.3 Э1-Э4

### **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 разработан в соответствии с «Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации» № П.312000.06.7.188-2017.

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

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

#### **6.1 Учебная литература**

##### **6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Антохин В.М., Богомяков А.А., Евсеев Ю.А. и др.	Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава: учеб. пособие для вузов. - Электрон. дан.- М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д. транспорте», 2011.- 302 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.д. транспорте», 2011	100% онлайн

Л1.2	В. М. Бушуев, В. А. Деми́нский, Л. Ф. Захаров и др.	Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учеб. пособие для вузов. - Электрон. дан.- М.: Горячая линия–Телеком, 2011.- 289 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	М.: Горячая линия–Телеком, 2011	100% онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Ковалев Н.П., Кононов В.А., Костроминов А.М., и др.	Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта	М.: Маршрут, 2005	158
Л2.2	Коган Д.А., Молдавский М. М.	Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики. - Электрон. дан.- М.: Академкнига, 2003.- 438 с. - Режим доступа: <a href="http://www.twirpx.com/file/154085/">http://www.twirpx.com/file/154085/</a>	М.: Академкнига, 2003	100% онлайн
Л2.3	Багуц В.П., Ковалев Н.П., Костроминов А.М.	Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Учебник	М.: Транспорт, 1991	27
<b>6.1.3 Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Копанев М.В., Яковец В.П.	Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: лаб. практикум по дисциплине "Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи"	Иркутск: ИрГУПС, 2011	148
Л3.2	Копанев М.В., Яковец В.П.	Проектирование электропитающей установки дома связи: задание и метод. указания к курсовой работе	Иркутск: ИрГУПС, 2009	99
<b>6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Жеребцов И.П.	Основы электроники. - Л.: Энергоатомиздат, 1989.- 352 с. - Режим доступа: <a href="http://www.twirpx.com/file/5120/">http://www.twirpx.com/file/5120/</a>	Л.: Энергоатомиздат, 1989	100% онлайн
Л4.2	Дмитриев В.Р., Смирнова В.И.	Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Справочник. - М.: Транспорт, 1983.- 248 с. - Режим доступа: <a href="http://www.twirpx.com/file/341629/">http://www.twirpx.com/file/341629/</a>	М.: Транспорт, 1983	100% онлайн
Л4.3	Чиженко И.М., Руденко В.С., Сенько В.И.	Основы преобразовательной техники . - М.: Высшая Школа. 1974.- 430 с. - Режим доступа: <a href="http://www.twirpx.com/file/11968/">http://www.twirpx.com/file/11968/</a>	М.: Высшая Школа. 1974	100% онлайн
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	Автоматика, связь, информатика - ежемесячный научно-теоретический и производственно технический журнал ОАО «Российские железные дороги» <a href="http://www.asi-rzd.ru">http://www.asi-rzd.ru</a>			
Э.2	Железнодорожный журнал - ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал <a href="http://www.zeldortrans-jornal.ru">http://www.zeldortrans-jornal.ru</a>			
Э.3	Специализированный интернет-ресурс <a href="http://www.scbist.com">http://www.scbist.com</a>			
Э.4	Специализированный интернет-ресурс <a href="http://www.twirpx.com/">http://www.twirpx.com/</a>			

<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>	
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия №44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional количество – 100, лицензия №49379844;
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия №48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>	
6.3.2.1	Программная оболочка для проектирования и симуляции электрических схем "Electronics Workbench Circuit Board Design and Simulation Software" (for students)
6.3.2.2	Рc-Lab 2000 Виртуальный осциллограф В комплекте с оборудованием Velleman (в составе стенда)
<b>6.3.3 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.3.1	ЭБС "ЛАНЬ" <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
<b>6.4. Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Правила устройства электроустановок: ПУЭ. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204
6.4.2	Руководство по проектированию систем оперативного постоянного тока (СОПТ) ПС ЕНЭС. Типовые проектные решения. Стандарт организации. Дата введения 01.06.2011. ОАО «ФСК ЕЭС», 2011
6.4.3	Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций: СО 153-34.21.122-2003. Утверждено Приказом Министерства энергетики России от 30 июня 2003 г. № 280
6.4.4	Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. И-179-89: «Заземляющие устройства» Из-во ГТСС МПС СССР, Л.: 1989

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А,Б,В,Г,Д,Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул Чернышевского, д. 15; корпус Л-по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80;
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсового проекта), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий семинарского типа имеются учебно-наглядные пособия (плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения профилактического учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Электропитающие устройства автоматики и телемеханики», ауд.В-102-1, Оснащение лаборатории: 1. Стенд питания ЖАТ СЦБ (101062001067); 2. Питающая установка сигнальной точки проходного светофора (трансформатор ОЛ-0,63, конструкция для крепления трансформатора)
4	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.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. 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. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.

<p>Практическое занятие</p>	<p>Практические занятия, являясь дополнением к лекционному курсу, закладывают и формируют основы квалификации специалиста. Практическое занятие проводится под руководством преподавателя и направлено на углубление знаний, привитие навыков самостоятельной работы в ходе выполнения расчетов, использования таблиц, справочников и др. Успех практического занятия зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал и проработать рекомендованную литературу по теме занятия. В ходе занятия преподаватель может осуществить текущий контроль знаний и умений.</p>
<p>Лабораторное занятие</p>	<p>Лабораторные занятия служат для углубления и закрепления теоретических знаний, формирования умений и навыков. На лабораторных занятиях проводится исследование реального оборудования, прививаются навыки работы с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет.</p> <p>Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности обучающихся, их активности на занятии.</p> <p>Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Отчет может состоять из трех частей. В первой части указываются наименование и цель работы, дается описание систем, на которых проводится эксперимент, приводится структурная или принципиальная схема стенда. Во второй части представляются опытные данные и результаты вычислений. По результатам наблюдений и вычислений строятся графики, позволяющие произвести анализ исследуемого явления. В третьей части даются выводы по результатам выполненной работы. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы. Требования к содержанию отчета изложены в учебно-методическом пособии для выполнения лабораторных работ по данной дисциплине.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Цель самостоятельной работы: овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, при необходимости его дополнение по рекомендованной литературе. Для работы с рекомендованной литературой в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.</p>
<p>Зачет</p>	<p>К зачету допускаются студенты, которые прошли все этапы текущего контроля (успешно работали на практических занятиях, выполнили и защитили лабораторные работы). Непосредственная подготовка к зачету осуществляется по вопросам к зачету.</p> <p>Зачет проводится в устной форме. Перечень контрольных вопросов предоставляется студентам заранее. Тестовые задания раздаются студентам непосредственно во время зачета и включают в себя материал по всем темам курса, указанным в тематическом плане.</p> <p>При подготовке к зачету студент должен тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Ответ должен быть полным и аргументированным. Необходимо отметить для себя пробелы в знаниях, которые следует ликвидировать в ходе подготовки, а так же в ходе экзаменационной консультации.</p> <p>Для подготовки ответа на зачете отводится 30-40 минут. Студентам на зачете запрещено пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, учебниками и другими «вспомогательными» средствами.</p> <p>Получив тестовое задание, внимательно прочитайте вопросы. Подготовку ответа</p>



	<p>начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это сэкономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос экзаменатора. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.ДВ.03.01 Электропитающие устройства автоматики  
и телемеханики**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения текущего контроля успеваемости и**  
**промежуточной аттестации по дисциплине**  
Б1.В.ДВ.03.01 Электропитающие устройства автоматики и телемеханики

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» с участием основных работодателей  
Протокол от 21.08.2017 № 12

**1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования  
в процессе освоения образовательной программы**

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Электропитающие устройства автоматики и телемеханики участвует в формировании компетенций:

**ПСК-2.4:** Способностью применять методы обеспечения безопасности и безотказности систем железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе микроэлектрон-

ных систем, настраивать, регулировать и налаживать аппаратуру, конструировать отдельные элементы и узлы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций  
ПСК-2.4 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Содержание компетенции	Индекс и наименование дисциплин, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПСК-2.4	Способностью применять методы обеспечения безопасности и безотказности систем железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе микроэлектронных систем, настраивать, регулировать и налаживать аппаратуру, конструировать отдельные элементы и узлы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики	Б1.В.ДВ.03.01 Электропитающие устройства автоматики и телемеханики	4	1
		Б1.В.ДВ.03.02 Микропроцессоры в устройствах автоматики и телемеханики	4	1
		Б1.В.01 Специальные измерения и рельсовые цепи	4	2
		Б1.В.ДВ.02.01 Системы контроля параметров подвижного состава	5	2
		Б1.В.04 Диспетчерская централизация	5	3
		Б1.В.02 Микропроцессорные системы автоматики и телемеханики	5	3
		Б2.Б.04(Н) Производственная-научно-исследовательская работа	6	4
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	5

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций  
ПСК-2.4 планируемому результату обучения**

Код компетенции	Содержание компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПСК-2.4	Способностью применять методы обеспечения безопасности и безотказности систем железнодорожной ав-	Раздел 1. Введение. Системы электропитания Раздел 2. Акку-	Минимальный уровень освоения (Уровень 1)	Знать назначение, классификация и область применения устройств преобразования и распределения электрической энергии на объектах управления движением поездов;

	<p>томатики и телемеханики, в том числе микроэлектронных систем, настраивать, регулировать и налаживать аппаратуру, конструировать отдельные элементы и узлы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики</p>	<p>муляторы</p> <p>Раздел 3. Преобразователи напряжения, тока и частоты</p> <p>Раздел 4. Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока</p> <p>Раздел 5. Методы и средства защиты устройств электропитания от электрических воздействий</p> <p>Раздел 6. Электропитание станционных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов, диспетчерской централизации (ДЦ)</p> <p>Раздел 7. Электропитание перегонных устройств автоблокировки, переездной автоматики</p> <p>Раздел 8. Электропитание микропроцессорных устройств и средств вычислительной техники</p> <p>Раздел 9. Перспективы и направления развития устройств электропитания. Заключение</p>		<p>Принципы построения основных типов преобразователей электрической энергии; Принципы построения бесперебойных систем электропитания</p>
				<p>Уметь сформулировать основные требования к проектируемой электропитающей установке; Составить структурную схему электропитающей установки на заданном объекте ЖАТ; произвести расчет отдельных элементов электропитающей установки при заданных эксплуатационных условиях</p>
				<p>Владеть навыками по поиску и идентификации отказов устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры</p>
			<p>Базовый уровень освоения (Уровень 2)</p>	<p>Знать иерархическую взаимосвязь между энергосистемой и конечными электропитающими установками объектов ЖАТ; Основные принципы построения устройств преобразования, распределения и стабилизации параметров электрической энергии и особенности их реализации на объектах ЖАТ; Принципы построения и основные структурные схемы бесперебойных систем электропитания и способы их автоматизации</p>
				<p>Уметь сформулировать основные требования к проектируемой электропитающей установке с учетом условий внешнего электроснабжения; Произвести необходимые расчеты и составить комплект технической документации при проектировании устройств электропитания ЖАТ с учетом заданных эксплуатационных требований и при учете условий внешнего электроснабжения</p>
				<p>Владеть методами и приемами поиска и идентификации отказов устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных устройств технической диагностики и навыками применять их в основных ситуациях</p>
<p>Высокий уровень освоения (Уровень 3)</p>	<p>Знать структуру комплекса «энергосистема-конечные электропитающие установки» для объектов ЖАТ и особенности его реализации для отдельных видов объектов управления движением поездов; Принципы построения устройств преобразования и распределения электрической энергии и особенно-</p>			

				<p>сти их реализации на объектах управления движением поездов; Принципы регулирования и стабилизации напряжения и тока, схемные решения устройств регулирования и стабилизации напряжения и тока; Принципы построения и структурные схемы бесперебойных систем электропитания, способы их автоматизации и перспективы развития</p> <p>Уметь сформулировать основные требования к проектируемой электропитающей установке с учетом условий внешнего электроснабжения и действия дестабилизирующих воздействий; Произвести необходимые расчеты и составить комплект технической документации при проектировании устройств электропитания ЖАТ с учетом заданных эксплуатационных требований, действия дестабилизирующих факторов и возможности модернизации электропитающей установки</p> <p>Владеть методами и приемами поиска, идентификации и безопасного устранения отказов устройств электропитания автоматики и телемеханики с использованием контрольно-измерительной аппаратуры и встроенных устройств технической диагностики и навыками самостоятельно применять их в штатных и нештатных ситуациях</p>
--	--	--	--	--

### Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема/раздел дисциплины, компетенция и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>4 курс</b>				
1	1-2 неделя установоч-	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1: Исследование однофазных схем выпрямления	ПСК-2.4 Защита лабораторной

	ной сессии				работы (устно)
2	1-2 неделя установочной сессии	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2: Исследование параметрических и компенсационных стабилизаторов	ПСК-2.4	Защита лабораторной работы (устно)
3	За 4 недели до экзаменационной сессии	Текущий контроль	Контрольная работа: Электропитание станционных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов	ПСК-2.4	Защита контрольной работы (устно)
4	1-2 неделя экзаменационной сессии	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Системы электропитания 2. Аккумуляторы 3. Преобразователи напряжения, тока и частоты 4. Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока 5. Методы и средства защиты устройств электропитания от электрических воздействий 6. Электропитание станционных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов, диспетчерской централизации (ДЦ) 7. Электропитание перегонных устройств автоблокировки, переездной автоматики 8. Электропитание микропроцессорных устройств и средств вычислительной техники 9. Перспективы и направления развития устройств электропитания.	ПСК-2.4	Зачет, собеседование (устно); Тест (письменно)

## 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, 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/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика приведены в таблице.

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся.	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Фонд тестовых заданий
5	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.	Темы лабораторных работ и требования к их защите
9	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 (билетов) к зачету

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций**

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

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

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

### Лабораторная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
«Зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«Не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

### Тест

Шкала оценивания		Критерий оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	«зачтено»	Набрано 93-100 баллов	Высокий
«хорошо»		Набрано 76-92 балла	Базовый
«удовлетворительно»		Набрано 60-75 балла	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Набрано 0-59 баллов	Компетенция не сформирована

## 3. 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

### 3.1. Перечень заданий для выполнения лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНЫХ СХЕМ ВЫПРЯМЛЕНИЯ»

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запустить программу Electronics Workbench.
2. Собрать однофазную однополупериодную схему выпрямления с напряжением источника питания переменного тока 24 В. Включить и выключить схему.
3. Установить сопротивление нагрузки  $R = 10 \text{ Ом}$ .
4. С помощью виртуального осциллографа определить период и амплитуду pulsa-



- ции выпрямленного напряжения. Вычислить частоту пульсаций напряжения на нагрузке. Схему и осциллограммы сохранить для отчета.
5. В исходную схему включить индуктивный фильтр  $L = 100$  мГн последовательно с сопротивлением нагрузки  $R = 10$  Ом. Выполнить действия по п. 5.
  6. В предыдущую схему включить емкость  $C = 1000$  мкФ параллельно сопротивлению нагрузки  $R = 10$  Ом и установить значение  $L = 100$  мГн. Выполнить действия по п. 5.
  7. Исключить из предыдущей схемы индуктивность, установить значения  $R = 100$  Ом и  $C = 100$  мкФ. Выполнить действия по п. 4.
  8. Собрать однофазную мостовую схему выпрямления с напряжением источника питания переменного тока 24 В. Включить и выключить схему.
  9. В меню «Analysis» выбрать строку «Analysis Options». В открывшемся окне «Analysis Options» выбрать закладку «Instruments». Удалить галочку в строке «Generate time step automatically». Установить метку в строке «Minimum number of time points» и ввести число 500.
  10. Выполнить действия по п.п. 4 и 5.
  11. В исходную схему включить индуктивный фильтр  $L = 50$  мГн последовательно с сопротивлением нагрузки  $R = 10$  Ом. Выполнить действия по п. 5.
  12. В предыдущую схему включить емкость  $C = 1000$  мкФ параллельно сопротивлению нагрузки  $R = 10$  Ом и установить значение  $L = 10$  мГн. Выполнить действия по п. 5.
  13. Исключить из предыдущей схемы индуктивность и установить значения  $R = 100$  Ом и  $C = 1000$  мкФ. Выполнить действия по п. 5.
  14. Сделать выводы на основе полученных результатов.
  15. Подготовить отчет о проделанной работе и представить на контроль преподавателю.

#### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется каждым студентом индивидуально и должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- схемы исследуемых устройств;
- осциллограммы напряжений в контрольных точках;
- расчеты параметров выпрямленного напряжения на нагрузке;
- выводы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация схем выпрямления.
2. Каков принцип работы однофазной однополупериодной и мостовой схемы выпрямления?
3. Каковы достоинства и недостатки однофазных схем выпрямления?
4. В каком случае имеет место вынужденное подмагничивание сердечника трансформатора и почему?
5. Имеют ли место пульсации выпрямленного напряжения? Каким способом можно их уменьшить?

Лабораторная работа № 2 «ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ И КОМПЕНСАЦИОННЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ»

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Запустить программу Electronics Workbench.

2. Собрать схему параметрического стабилизатора напряжения на базе стабилитрона 1N4742A при напряжении источника питания 24 В постоянного тока. Схему стабилизатора сохранить для отчета. Включить и выключить схему.
3. Установить значение  $R1 = 80 \text{ Ом}$ ,  $R2 = 1 \text{ кОм}$ .
4. Изменяя значение входного напряжения стабилизатора от 18 до 28 В шагом 2 В, измерить выходное напряжение стабилизатора, а также ток стабилитрона, ток нагрузки и суммарный ток стабилизатора. Полученные данные занести в таблицу. Построить графики зависимости выходного напряжения, тока нагрузки, суммарного тока, тока стабилитрона от входного напряжения. Схему стабилизатора сохранить для отчета.
5. Установить значение входного напряжения  $U_{BX} = 24 \text{ В}$ .
6. Устанавливая значения сопротивления нагрузки стабилизатора  $R2 = 10; 50; 100; 200; 500; 1000; 2000 \text{ Ом}$ , измерить выходное напряжение и суммарный ток стабилизатора, а также ток стабилитрона и ток нагрузки стабилизатора.
7. Полученные данные занести в таблицу. Построить графики зависимости выходного напряжения, тока нагрузки, суммарного тока, тока стабилитрона от сопротивления нагрузки. Схему стабилизатора сохранить для отчета.
8. Собрать схему компенсационного стабилизатора напряжения на базе транзистора 2N2925 и стабилитрона 1N4742A при напряжении источника питания 24 В постоянного тока. Схему стабилизатора сохранить для отчета. Включить и выключить схему.
9. Установить значение  $R1 = 87 \text{ Ом}$ ,  $R2 = 50 \text{ кОм}$ . Выполнить действия п. 4.
10. Установить значение входного напряжения  $U_{BX} = 24 \text{ В}$ .
11. Устанавливая сопротивление нагрузки стабилизатора  $R2 = 5; 10; 100; 500; 1000; 10000; 50000 \text{ Ом}$ , измерить выходное напряжение стабилизатора, а также ток стабилитрона, ток нагрузки и суммарный ток стабилизатора. Выполнить действия п. 7.
12. Сделать выводы на основе полученных результатов.
13. Подготовить отчет о проделанной работе и представить на контроль преподавателю.

#### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет составляется каждым студентом индивидуально и должен содержать:

- название работы;
- цель работы;
- схемы исследуемых устройств;
- заполненные таблицы измерений
- графики зависимостей выходного напряжения от параметров и вида схемы стабилизатора;
- выводы.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что является дестабилизирующими факторами, оказывающими влияние на напряжение питания аппаратуры ЖАТ?
2. Каков принцип действия параметрического стабилизатора напряжения?
3. Каков принцип действия компенсационного стабилизатора напряжения?
4. Каковы достоинства и недостатки параметрического стабилизатора?
5. Каковы достоинства и недостатки компенсационного стабилизатора?
6. Принцип работы импульсного стабилизатора напряжения;
7. Произведите сравнение эксплуатационно-технических свойств схем ЧИМ и ШИМ импульсной стабилизации напряжения;
8. Поясните принцип действия ферорезонансного стабилизатора напряжения;

9. Поясните принцип действия дросселя насыщения;
10. Поясните принцип действия вольтдобавочного трансформатора.

### **3.2. Образцы тестов для текущего контроля по разделам дисциплины**

*Тестовые задания для оценки знаний*

1. Какие параметры характеризуют колебания напряжения?
  - размах изменения напряжения
  - несинусоидальность напряжения переменного тока
  - временное перенапряжение
  - доза фликера
2. На каком временном интервале измеряются кратковременная и долговременная дозы фликера?
  - кратковременная (интервал наблюдений 10 мин)
  - кратковременная (интервал наблюдений менее 1 минуты)
  - долговременная (24 часа наблюдений)
  - долговременная (2 часа наблюдений)
3. Что такое импульс напряжения питания?
  - снижения напряжения источника электропитания ниже уровня  $0.9U$  с последующим восстановлением до номинального значения?
  - резкое увеличение напряжения в некоторой точке электрической сети продолжительностью до нескольких миллисекунд с последующим восстановлением номинального (или близкого к нему) значения напряжения
  - Среди предложенных вариантов нет верного
4. Как называется повышение напряжения в некоторой точке электрической сети выше уровня  $1,1xU$  продолжительностью  $> 10$  мс с последующим восстановлением до номинального значения?
  - импульс напряжения
  - временное перенапряжение в сети электропитания
  - провал напряжения
5. Какова максимальная амплитуда импульсов напряжения, наведенных грозовыми разрядами в воздушных ЛЭП?
  - 10 КВт
  - 10 КВ
  - 4.5 КВ
6. В качестве основных источников электроснабжения устройств ЖАТС применяется (Выберите правильные варианты ответа из следующих)
  - Аккумуляторные батареи
  - Тяговые подстанции
  - Линия продольного энергоснабжения
  - Солнечные батареи
7. В случае прекращения внешнего электроснабжения аппаратуры ЖАТС аварийное резервирование аккумуляторными батареями предусматривается в (Выберите правильные варианты ответов из следующих)
  - Буферной системе электропитания

- Комбинированной системе электропитания
- Безаккумуляторной системе электропитания
- Комбинированной и буферной системах электропитания

*Тестовые задания для оценки умений*

8. Какова продолжительность допустимого перерыва в подаче питания в безаккумуляторной системе во время аварийного переключения питания с основного фидера питания на резервное питание от дизель-генератора

- 5 минут
- 25-30 секунд
- 25-30 минут

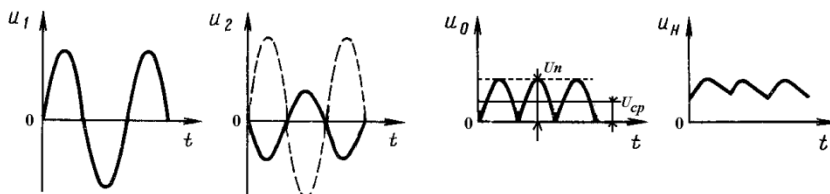
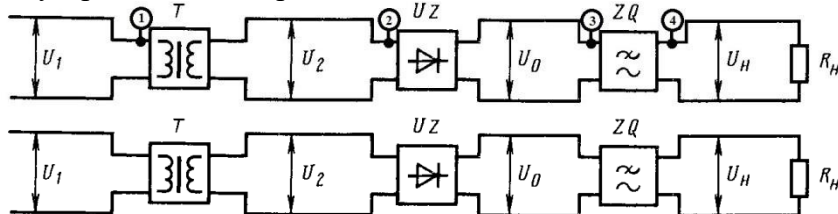
9. Каков ожидаемый КПД автономной системы электропитания? (укажите правильный ответ)

- 12-15%
- 30-40%
- 75-90%

10. При аварийном отключении питания батарея питает инвертор, который преобразует напряжение постоянного тока в переменное напряжение и подает его в общую шину питания. Напряжение поступает на выпрямители для питания гарантированных нагрузок ЖАТС. Укажите название такой схемы питания.

- Комбинированная схема питания с инвертором
- Двухлучевая система питания
- Комбинированная схема питания с преобразователем постоянного тока
- Буферная система электропитания с импульсным подзарядом

11. Установите соответствие между номером точки на структурной схеме выпрямительно-го устройства и эюрами



12. Установите соответствие между названием и назначением эксплуатационного параметра диода

- Предельный прямой ток - максимально допустимое среднее за период синусоидального тока частотой 5 Гц значение тока, который длительно протекает через диод в цепи однофазной активной нагрузки при максимально допустимой температуре нагрева диода
- Максимальное прямое напряжение - падение напряжения на диоде, которое возникает при протекании через него предельного прямого тока
- Предельная частота - частота протекания через диод положительных (отрицательных) полуволн тока, превышение которой приводит к ухудшению выпрямительных свойств диода

13. Установите соответствие между названием пробоя диода и причиной, которая вызвала этот пробой.

- Причины туннельного пробоя диода - Воздействие внешнего электрического поля на кристаллическую структуру, переход валентных электронов в зону проводимости. Увеличивается обратный ток. Возникает в тонком  $p-n$  ( $n-p$ ) переходе
- Причины лавинного пробоя диода - Разгон неосновных носителей заряда мощным внешним электрическим полем. Неосновные носители заряда за счет большой кинетической энергии разрывают валентные связи, сталкиваются с атомами кристаллической решетки и образуют новые пары зарядов «электрон-дырка». Происходит резкое увеличение обратного тока диода. Возникает в широких  $p-n$  ( $n-p$ ) переходах. Носители заряда за счет разгона приобретают кинетическую энергию для ударной ионизации
- Причины теплового пробоя диода - Перегрев  $p-n$  ( $n-p$ ) перехода во время работы при недостаточном теплоотводе. Тепловое возбуждение (вибрация) атомов кристаллической решетки приводит к лавинообразному разрыву валентных связей с носителями заряда, которые увлекаются электрическим полем обратного напряжения и увеличивают обратный ток. При обилии свободных носителей заряда небольшое обратное напряжение вызывает большой обратный ток, обратное напряжение обратнопропорционально току через диод

14. Достоинствами автономной системы электропитания является (укажите правильный ответ)

- Отсутствие выпрямительных мостов
- Отсутствие пульсаций подаваемого напряжения
- Максимальная продолжительность при непрерывной нагрузке
- Самый высокий КПД из всех существующих систем

15. Укажите, с помощью какого мероприятия достигается сбережение энергоресурсов аккумуляторов в буферной системе электропитания с импульсным подзарядом

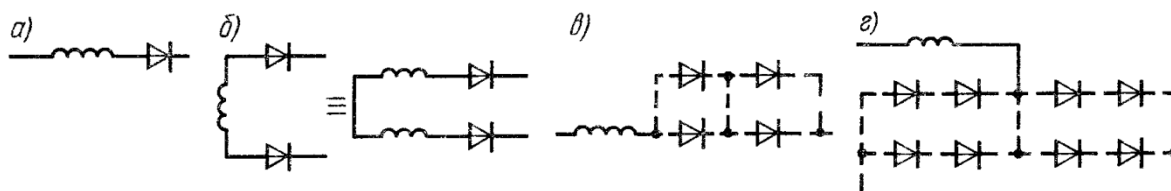
- Последовательного включения ограничивающих резисторов в цепь аккумуляторов
- Последовательного включения сглаживающих фильтров в цепь нагрузки
- Контроля напряжения на зажимах аккумулятора

*Тестовые задания для оценки навыков и (или) опыта деятельности*

16. Укажите способ, с помощью которого можно пропустить через диод ток более допустимого и при этом избежать пробоя диода?

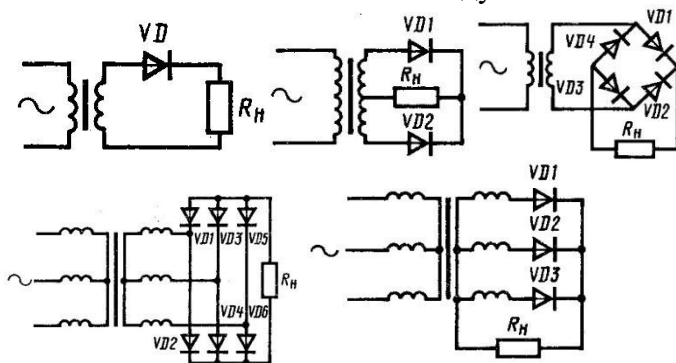
- использовать последовательное соединение диодов
- использовать параллельное соединение диодов
- использовать последовательное соединение диода и сопротивления

17. Установить соответствие между схемой и названием



- «плечо» выпрямителя
- двухплечий элемент выпрямителя
- одnogруппная схема выпрямителя
- двухгруппная схема выпрямителя

18. Установить соответствие между схемой и названием



- однофазная однополупериодная схема выпрямителя
- однофазная двухполупериодная схема выпрямителя
- однофазная мостовая схема выпрямителя
- трехфазная однополупериодная схема выпрямителя
- трехфазная мостовая схема выпрямителя

19. Укажите, какие из перечисленных дестабилизирующих факторов приводят к колебаниям значений тока и напряжения

- колебания напряжения питающей сети
- изменение сопротивления и характера нагрузки
- изменения температуры окружающей среды
- параллельный контур, настроенный в резонанс с нужной частотой образует фильтр-пробку по этой частоте

20. Укажите основные преимущества, которые возникают при использовании пассивных сглаживающих фильтров

- Простота
- надежность конструкции
- катушки индуктивности достаточно громоздкие и дорогостоящие
- значительные потери выпрямленного напряжения вследствие перемагничивания
- возможность использования при значительных значениях выпрямленного тока и напряжения

### 3.3. Задания для проведения контрольной работы

Тема: Электропитание станционных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов

Количество заданий 2:

1. Определены источники электрической энергии для внешнего электроснабжения поста ЭЦ, а также их вид и величиной питающего напряжения (таблица 1). Требуется выбрать систему электропитания поста ЭЦ, дать подробное описание ее работы, привести функциональную схему и указать степень автоматизации электропитающей установки;
2. Заданы группы бесперебойных нагрузок поста ЭЦ (таблица 2). Требуется определить емкость аккумуляторной батареи электропитающей установки, которая обеспечит работу указанных нагрузок в послеаварийном режиме в течение времени 2 часа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Таблица 1 (Характеристика внешних источников электропитания)

Вариант (предпоследняя цифра шифра)	Источники внешнего электроснабжения			
	Основной		Резервный	
	Вид источника ЭЭ*	Напряжение, В	Вид источника	Напряжение, В
1	1	220	7	220
2	6	380	9	220
3	1	220	6	220
4	7	380	4	380
5	2	380	7	380
6	1	380	5	380
7	2	380	8	380
8	1	380	3	380
9	3	380	6	380
0	1	380	2	380

\*Вид источников электрической энергии:

1. Подстанция районных энергосистем.
2. Тяговая подстанция.
3. Подстанция промышленного предприятия.
4. Электростанция узловая (станционная).
5. Дизель-генераторная электростанция.
6. Высоковольтная линия СЦБ (ВЛ СЦБ).
7. Воздушная линия электроснабжения (ВЛ).
8. Высоковольтная линия продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) типа «два провода–рельс» (ДПР).
9. Линия продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) типа «провод–рельс» (ПР).

Таблица 2 (Характеристика станции)

Наименование позиции	Вариант (последняя цифра шифра)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
Расчетное число стрелок	50	55	70	80	85	90	95	100	105	110		
Число стрелок, передаваемых на местное управление	4	-	4	4	5	6	7	7	8	8		
Маршрутные указатели направления	Неудаленные		-	+	+	-	+	-	-	+	+	+
	Удаленные		-	-	-	-	+	-	+	-	+	+
Маршрутные указатели пути отправления поезда	Неудаленные		-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
	Удаленные		-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
Число подходов к станции	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3		
Подверженность снежным заносам	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-		
Климатическая зона	Влажная					Сухая						

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

#### **Раздел 1 Введение. Системы электропитания**

- 1.1 Предмет и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами.
- 1.2 Системы электропитания
- 1.3 Характеристики и структурная схема ЭПУ бесперебойного электроснабжения поста ЭЦ

#### **Раздел 2 Аккумуляторы**

- 2.1 Понятие о первичных и вторичных химических источниках тока.
- 2.2 Электрические параметры химических источников тока.
- 2.3 Электрические параметры кислотных-свинцовых аккумуляторов
- 2.4 Режимы эксплуатации кислотных-свинцовых аккумуляторов.
- 2.5 Общая методика расчета номинальной емкости аккумуляторной батареи

#### **Раздел 3 Преобразователи напряжения, тока и частоты**

- 3.1 Классификация и основные характеристики выпрямителей.
- 3.2 Принцип работы и характеристики однофазных схем выпрямления.
- 3.3 Принцип работы и характеристики трехфазных схем выпрямления.
- 3.4 Работа выпрямителей на различные типы нагрузок
- 3.5 Классификация и принцип действия инверторов.
- 3.6 Основные схемы коммутации энергии в инверторах.
- 3.7 Понятие о конверторах напряжения и преобразователях частоты.
- 3.8 Понятие о сглаживающих фильтрах и их классификация.
- 3.9 Основные характеристики сглаживающих фильтров.
- 3.10 Общая методика расчета сглаживающих фильтров

#### **Раздел 4. Регуляторы и стабилизаторы напряжения и тока**

- 4.1 Классификация и основные характеристики стабилизаторов напряжения и тока.
- 4.2 Способы регулирования напряжения и тока. Ферромагнитные и феррорезонансные стабилизаторы.
- 4.3 Параметрические стабилизаторы.
- 4.4 Компенсационные стабилизаторы.
- 4.5 Импульсные стабилизаторы.
- 4.6 Общая методика расчета стабилизаторов напряжения

#### **Раздел 5. Методы и средства защиты устройств электропитания от электрических воздействий**

- 5.1 Классификация электрических воздействий.
- 5.2 Способы защиты от мощных импульсов напряжения.
- 5.3 Способы защиты от токовых перегрузок.
- 5.4 Понятие о заземлении и классификация заземлений.
- 5.5 Схемы включения защитных заземлений.
- 5.6 Методика расчета защитного заземления

#### **Раздел 6. Электропитание стационарных устройств электрической централизации (ЭЦ) стрелок и сигналов, диспетчерской централизации (ДЦ)**

- 6.1 Требования и особенности организации системы электроснабжения постов ЭЦ и ДЦ.
- 6.2 Электропитание постов ЭЦ промежуточных станций.
- 6.3 Электропитание постов ЭЦ крупных станций
- 6.4 Схема электропитания постов ДЦ. Схема электропитания горочной автоматической централизации

#### **Раздел 7. Электропитание перегонных устройств автоблокировки, переездной автоматики**



7.1 Электропитание устройств автоблокировки и переездной сигнализации

7.2 Электропитание устройств полуавтоматической блокировки

## **Раздел 8. Электропитание микропроцессорных устройств и средств вычислительной техники**

8.1 Особенности электропитания микропроцессорных устройств и вычислительной техники.

8.2 Структурные схемы источников вторичного электропитания.

8.3 Основные принципы рационального конструирования импульсных источников вторичного электропитания

## **Раздел 9. Перспективы и направления развития устройств электропитания. Заключение**

9.1 Основные причины ухудшения параметров электрической энергии

9.2 Способы правильной эксплуатации аппаратуры электропитания в условиях действия дестабилизирующих факторов электроснабжения.

9.3 Системы бесперебойного электропитания

9.4 Автоматизация электропитающих установок.

9.5 Перспективы их развития и внедрения в подразделениях железнодорожного транспорта

### ***3.5. Перечень практических заданий к зачету (для оценки умений)***

1. Определена категория и группа электроприемника. Требуется сформулировать требования к условиям электроснабжения заданного электроприемника;
2. Задан вариант комбинации источников внешнего электроснабжения поста ЭЦ. Определить норматив длительности аккумуляторного резервирования поста ЭЦ в послеаварийном режиме работы;
3. Задан вариант комбинации источников внешнего электроснабжения автоблокировки (АБ). Определить норматив длительности аккумуляторного резервирования устройств АБ в послеаварийном режиме работы;
4. Задан вариант комбинации источников внешнего электроснабжения полуавтоматической блокировки (ПАБ). Определить норматив длительности аккумуляторного резервирования устройств ПАБ в послеаварийном режиме работы;
5. Задан вариант комбинации источников внешнего электроснабжения центрального поста диспетчерской централизации (ДЦ). Определить норматив длительности аккумуляторного резервирования устройств ДЦ в послеаварийном режиме работы;
6. Задан вариант комбинации источников внешнего электроснабжения для питания объекта СЦБ. Указать возможные системы электропитания объекта СЦБ для заданных условий электроснабжения и обосновать выбор наиболее оптимальной из них;
7. Задан род тяги и варианты основного и резервного источников электроснабжения АБ. Из предложенных типовых схем электроснабжения АБ выбрать ту, которая соответствует заданным условиям.
8. Задана категория переезда по условиям обслуживания. Указать требования к аккумуляторному резерву для послеаварийного электропитания устройств переездной сигнализации;
9. Задан пост ЭЦ малой станции. Перечислить основные панели щитовой электропитающей установки (ЭПУ) и указать их назначение;
10. Задан пост ЭЦ крупной станции. Перечислить основные панели щитовой электропитающей установки (ЭПУ) и указать их назначение;
11. Задан тип выпрямительного устройства, номер гармоники пульсаций выпрямленного напряжения и коэффициент фильтрации данной гармоники. Требуется произвести расчет элементов однозвенного сглаживающего LC-фильтра;

12. Задан тип выпрямительного устройства, номер гармоники пульсаций выпрямленного напряжения, коэффициент фильтрации данной гармоники и величина активного сопротивления нагрузки. Требуется произвести расчет элементов сглаживающего L-фильтра;
13. Задан тип выпрямительного устройства, номер гармоники пульсаций выпрямленного напряжения, коэффициент фильтрации данной гармоники и величина активного сопротивления нагрузки. Требуется произвести расчет элементов сглаживающего C-фильтра;
14. Задан род тока нагрузки и место приложения регулирующего действия. Указать типы стабилизатора напряжения (тока), которые могут быть использованы для регулирования и стабилизации напряжения (тока) нагрузки;
15. Дан параметрический стабилизатор напряжения, определены значения минимального и максимального изменения напряжения на входе стабилизатора, максимально допустимый и минимальный токи стабилизатора. Определить сопротивление гасящего резистора;
16. Дан параметрический стабилизатор напряжения, определены значения гасящего сопротивления и дифференциальное сопротивление стабилитрона для номинального тока стабилизатора. Заданы значения напряжения на нагрузке и на входе стабилизатора. Определить величину коэффициента стабилизации по напряжению;
17. Из представленных схем включения укажите такую, которая позволяет пропустить через ветвь выпрямительного устройства ток, превышающий предельно-допустимый ток диода;
18. Из представленных схем включения укажите такую, которая позволяет подать на ветвь выпрямительного устройства напряжение, превышающий предельно-допустимое обратное напряжение диода;
19. Определены номинальные значения напряжения и пределы их абсолютных изменений на входе стабилизатора и на нагрузке. Определить коэффициент неустойчивости по напряжению;
20. Определены номинальные значения тока и напряжения нагрузки и пределы их абсолютных изменений. Определить коэффициент неустойчивости по току нагрузки;
21. Определены номинальные значения напряжения и пределы их абсолютных изменений на входе стабилизатора и на нагрузке. Определить коэффициент стабилизации по напряжению;
22. Определены номинальные значения напряжения и пределы их абсолютных изменений на входе стабилизатора, номинальный ток нагрузки и пределы его абсолютных изменений. Определить коэффициент стабилизации по току;
23. Известно сопротивление утечки между корпусом электроустановки и землей, а также сопротивление цепи между корпусом электроустановки и токоведущей частью с напряжением  $U$ . Определить потенциал электрического поля на корпусе электроустановки относительно земли.
24. Известна полная мощность бесперебойных нагрузок ЭПУ бесперебойного питания, КПД инвертора,  $\cos\phi$  и время послеаварийной работы от аккумулятора. Определить требуемую номинальную емкость аккумуляторной батареи.

### ***3.6. Перечень практических заданий к зачету*** *(для оценки навыков)*

1. Имеется осциллограмма напряжения на входе и выходе преобразователя электрической энергии. По виду осциллограмм определить тип преобразователя электрической энергии;
2. Задан тип выпрямительного устройства и имеется эпюра выходного напряжения выпрямительного устройства. Определить исправно ли устройство, а если нет, то указать возможную неисправность

3. Имеется типовое электропитающее устройство типа БПШ. На схеме соединений указать какие контакты штепсельного разъема и в какой последовательности нужно соединить, чтобы получить максимальное выходное напряжение при входном напряжении 110 В;
4. Имеется типовое электропитающее устройство типа БПШ. На схеме соединений указать какие контакты штепсельного разъема и в какой последовательности нужно соединить, чтобы получить минимальное выходное напряжение при входном напряжении 220 В;
5. Имеется типовое электропитающее устройство типа ППШ. На схеме соединений указать какие контакты штепсельного разъема и в какой последовательности нужно соединить, чтобы получить инвертор напряжения с минимальным (максимальным) выходным напряжением;
6. Имеется типовое электропитающее устройство типа ППШ. На схеме соединений указать какие контакты штепсельного разъема и в какой последовательности нужно соединить, чтобы получить конвертор напряжения с минимальным (максимальным) выходным напряжением;
7. На вход параметрического преобразователя частоты ПЧ50\25 ошибочно подано напряжение частотой 100 Гц. Указать форму и частоту ожидаемого напряжения на выходе преобразователя частоты;
8. К выходу выпрямительного устройства подключен осциллограф. Объясните в каком режиме измерений должен быть включен вход осциллографа, чтобы измерить амплитуду пульсаций выпрямленного напряжения без искажений;
9. Задана схема однофазного мостового выпрямительного устройства. В которой перегорел один из диодов. Изобразить эпюру напряжения на нагрузке;
10. Задана схема трехфазного мостового выпрямительного устройства. В которой перегорел один из диодов. Изобразить эпюру напряжения на нагрузке;
11. Задана схема трехфазного однополупериодного выпрямительного устройства. В которой пробит один из диодов. Изобразить эпюру напряжения на нагрузке;
12. В схеме сглаживающего LC-фильтра на выходе выпрямительного устройства ошибочно перепутали местами емкость и индуктивность. Объясните, как изменится форма и среднее значение напряжения на нагрузке;
13. На выходе выпрямителя, работающего на нагрузку большой мощности, решено включить емкостной фильтр для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Объясните, почему такое решение является неправильным;
14. На выходе выпрямителя, работающего на нагрузку малой мощности, решено включить индуктивный фильтр для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Объясните, почему такое решение не является оптимальным;
15. На шинах электропитающей установки напряжением 0.4 кВ произведено измерение напряжений между двумя фазами, действующее значение которого оказалось равным 220 В, а не 380 В, как ожидалось. Объяснить возможную причину.
16. Принято решение произвести заземление электроприемника путем соединения заземления с нейтральным проводом. Объясните возможные негативные последствия такого решения.
17. В трехфазной цепи электропитания, включенной по схеме «звезда-звезда» произошел обрыв одного из фазных проводов. Объясните возможные последствия данной неисправности;
18. В трехфазной цепи электропитания, включенной по схеме «звезда-звезда» произошел обрыв одного из фазных проводов и нейтрального провода. Объясните возможные последствия данной неисправности;
19. В трехфазной цепи электропитания, включенной по схеме «звезда-звезда» произошло короткое замыкание в одной из фазных цепей с перегоранием нулевого провода. Объясните возможные последствия данной неисправности;;

20. В трехфазной цепи электропитания, включенной по схеме «треугольник-треугольник» произошел обрыв одного из линейных проводов. Объясните возможные последствия данной неисправности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий к зачету/экзамену разного уровня сложности обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

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

Наименование оценочного средства	Описание процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Контрольные работы проводятся во время практических занятий. Преподаватель на предшествующем практическом занятии доводит до обучающихся тему контрольной работы, количество заданий, время на выполнение заданий. Обучающимся выдаются варианты заданий контрольной работы по теме занятия. Во время выполнения контрольной работы использование учебников, справочников, конспектов лекций не разрешено. Варианты заданий выполняются в виде письменной работы, которая сдается на проверку. Оценка за выполненную контрольную работу объявляется на следующем практическом занятии.
Тест	Не менее чем за 1 неделю до тестирования преподаватель определяет обучающимся исходные данные для подготовки к тестированию: разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме. Тесты выполняются во время практических занятий. Индивидуальное тестовое задание выдается обучающемуся в твердой копии или формируется посредством тестовой программы для ПЭВМ, если занятие проводится в специально оборудованном помещении. Оценка прохождения теста осуществляется в соответствии с критериями и шкалами оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.
Защита лабораторной работы	Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории самостоятельно под руководством преподавателя. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет. Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии с таким расчетом, чтобы студенты смогли подготовиться к ее проведению. Подготовка студентов к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы с использованием учебников, конспектов лекций и методических материалов. Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы.
Зачет	Промежуточная аттестация в форме зачета проводится путем устного собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

