

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом и.о. ректора  
от «17» июня 2022 г. № 77

**Б1.В.ДВ.05.02 Качество электрической энергии**

**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. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

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

(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 9 семестр

заочная форма обучения:

экзамен 6 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	9	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51/4	<b>51/4</b>
– лекции	17	<b>17</b>
– практические (семинарские)	17	<b>17</b>
– лабораторные	17/4	<b>17/4</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	21	<b>21</b>
<b>Экзамен</b>	36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	6	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	12/4	<b>12/4</b>
– лекции	4	<b>4</b>
– практические (семинарские)	4	<b>4</b>
– лабораторные	4/4	<b>4/4</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	78	<b>78</b>
<b>Экзамен</b>	18	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>

\* 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 «17» июня 2022 г. № 11

Зав. кафедрой, к.т.н, доцент

В.А. Тихомиров

<b>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цель дисциплины</b>	
1	формирование у студентов твёрдых знаний о перспективных направлениях повышения качества электрической энергии, новых технологий эксплуатации, сервисного технического обслуживания и ремонта оборудования в системах электроснабжения
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	освоение знаний по показателям качества электрической энергии, эксплуатационных характеристик электроустановок;
2	эффективных технологий сервисного обслуживания и ремонта оборудования в системах электроснабжения;
3	изучение эффективных методов повышения качества электрической энергии, энергосберегающих технологий тягового электроснабжения, сервисного обслуживания и ремонта оборудования в системах электроснабжения;
4	овладение навыками организации и управлению реализацией энергосберегающего тягового электроснабжения за счет - повышения качества электрической энергии, при техническом обслуживании и ремонте устройств и систем электроснабжения
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.46 Тяговые и трансформаторные подстанции
2	Б1.О.48 Контактные сети и линии электропередач
3	Б1.В.ДВ.02.01 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении
4	Б1.В.ДВ.03.01 Компьютерное проектирование и моделирование систем электроснабжения
5	Б1.В.ДВ.04.01 Электрические сети и системы
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
2	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
3	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и	ПК-4.2 Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и	Знать: фундаментальные инженерные теории для расчета параметров и технических характеристик электронной преобразовательной техники; принципы совершенствования преобразовательной техники в электроснабжении при модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения
		Уметь: разрабатывать организационные и технические мероприятия для обеспечения надежной и эффективной работы оборудования при технической эксплуатации электронной техники и преобразователей



#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
3.1	Понятие качества электрической энергии. Количественным характеристикам допустимых уровней помех в системе электро-снабжения. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Отклонение напряжения, колебание напряжения, несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения.	9	1	1		1	6/уст.				6	ПК-4.2
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Управление технологическими процессами передачи, распределения и использования электрической энергии, которое позволяет повышать качество электрической энергии.</b>											
4.1	Организационные и технические мероприятия для повышения ПКЭ в процессе передачи, распределения и использования электрической энергии.	9	2	1		2	6/уст.				8	ПК-4.2
4.2	Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	9	2	2	5/1	2	6/уст.	1	1	1/1	10	ПК-4.2
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Электромагнитная совместимость оборудования системы электроснабжения и технологических установок в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.</b>											
5.1	Оценка электромагнитной совместимости тягового электроснабжения и технологических установок системы тягового электроснабжения с системой внешнего	9	2	1		2	6/уст.				8	ПК-4.2

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
	электроснабжения и нетяговыми потребителями электроэнергии.											
5.2	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с потребителями, которые ухудшают ПКЭ.	9	2	1		2	6/уст.				8	ПК-4.2
5.3	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.	9	2	2	5/1	2	6/уст.	1	1	1/1	10	ПК-4.2
5.4	Оценка электромагнитной совместимости оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	9	2	1		2	6/уст.				8	ПК-4.2
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Технические решения для повышения качества электрической энергии, совершенствования электроустановок и технологий технического обслуживания и ремонта в системах электроснабжения.</b>											
6.1	Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.	9	2	6	7/2	6	6/уст.	2	2	2/2	12	ПК-4.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	9	36				6/зимняя	18				ПК-4.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17	17/4	21		4	4	4/4	78	

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

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

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

##### 6.1 Учебная литература

##### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
--	----------------------------	----------------------------------

6.1.1.1	Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии : учебное пособие / . Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. - 157с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/257600">https://e.lanbook.com/book/257600</a> (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.1.2	Куликова, Л. В. Основы электромагнитной совместимости : учебник - Изд. 4-е, стер. / Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников. Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 405с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=600138">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=600138</a> (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.2.1	Алексеева, Т.Л. Электронные преобразователи для ресурсосберегающих технологий :/ Федеральное агентство ж.-д. трансп., Иркутский гос. ун-т путей сообщ.. Иркутск : ИрГУПС, 2010. - 239с.	2
6.1.2.2	Астраханцев, Л. А. Ресурсосберегающее управление технологическими процессами : учебное пособие для студентов специальности 190300.65 «Подвижной состав железных дорог» / Л. А. Астраханцев, Н. Л. Рябченко, Т. Л. Алексеева. Иркутск : ИрГУПС, 2012. - 130с.	1
6.1.2.3	Карташев, И.И. Управление качеством электроэнергии : для ИТР, студентов и аспирантов электроэнергетических специальностей / И. И. Карташев [и др.] ; ред. Ю. В. Шаров. М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 320с.	Онлайн
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/онлайн
6.1.3.1	Астраханцев, А.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 Качество электрической энергии по специальности 23.05.03 Системы обеспечения движения поездов, специализация Электроснабжение железных дорог / А.Л. Астраханцев ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_10424_1416_2022_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_10424_1416_2022_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	
6.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	<a href="http://www.exponenta.ru">www.exponenta.ru</a>	
6.3.3.2	Журнал «Железнодорожный транспорт» - ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал»	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия	

**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 Л-111 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	Учебная аудитория Л-107 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).
4	Лаборатория Л-112 «Ресурсосберегающие технологии» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). Типовой комплект учебного оборудования «Электротехника и основы электроники» ЭТ и ОЭ2-СК
5	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	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить 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</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>



Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Качество электрической энергии» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
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 нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

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

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

Дисциплина «Качество электрической энергии» участвует в формировании компетенций:

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

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

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>9 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Введение. Предмет «Качество электрической энергии». Роль энергосберегающих технологий в жизни человека и экологической безопасности</b>			
1.1	Текущий контроль	Система электроснабжения в структуре железной дороги. Структурные подразделения в системах электроснабжения и их основные функции. Основные требования к конструкции, технико-экономическим параметрам и показателям качества электроэнергии в системах электроснабжения. Экологическая безопасность.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Направления работ по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения</b>			
2.1	Текущий контроль	Направления организационных и технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Показатели качества электрической энергии. Воздействие низкого качества электрической энергии на работу систем электроснабжения</b>			
3.1	Текущий контроль	Понятие качества электрической энергии. Количественным характеристикам допустимых уровней помех в системе электроснабжения. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Отклонение напряжения, колебание напряжения, несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Управление технологическими процессами передачи, распределения и использования электрической энергии, которое позволяет повышать качество электрической энергии</b>			
4.1	Текущий контроль	Организационные и технические мероприятия для повышения ПКЭ в процессе передачи, распределения и	ПК-4.2	Собеседование (устно)

		использования электрической энергии.		
4.2	Текущий контроль	Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Электромагнитная совместимость оборудования системы электроснабжения и технологических установок в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения</b>			
5.1	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости тягового электроснабжения и технологических установок системы тягового электроснабжения с системой внешнего электроснабжения и нетяговыми потребителями электроэнергии.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
5.2	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с потребителями, которые ухудшают ПКЭ.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
5.3	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
5.4	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Технические решения для повышения качества электрической энергии, совершенствования электроустановок и технологий технического обслуживания и ремонта в системах электроснабжения</b>			
6.1	Текущий контроль	Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Разделы 1 - 6	ПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>6 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Введение. Предмет «Качество электрической энергии». Роль энергосберегающих технологий в жизни человека и экологической безопасности.</b>			
1.1	Текущий контроль	Система электроснабжения в структуре железной дороги. Структурные подразделения в системах электроснабжения и их основные функции. Основные требования к конструкции, технико-экономическим параметрам и показателям качества электроэнергии в системах	ПК-4.2	Собеседование (устно)

		электроснабжения. Экологическая безопасность.		
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Направления работ по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.</b>			
2.1	Текущий контроль	Направления организационных и технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Показатели качества электрической энергии. Воздействие низкого качества электрической энергии на работу систем электроснабжения.</b>			
3.1	Текущий контроль	Понятие качества электрической энергии. Количественным характеристикам допустимых уровней помех в системе электроснабжения. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Отклонение напряжения, колебание напряжения, несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Управление технологическими процессами передачи, распределения и использования электрической энергии, которое позволяет повышать качество электрической энергии.</b>			
4.1	Текущий контроль	Организационные и технические мероприятия для повышения ПКЭ в процессе передачи, распределения и использования электрической энергии.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Электромагнитная совместимость оборудования системы электроснабжения и технологических установок в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.</b>			
5.1	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости тягового электроснабжения и технологических установок системы тягового электроснабжения с системой внешнего электроснабжения и нетяговыми потребителями электроэнергии.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
5.2	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с потребителями, которые ухудшают ПКЭ.	ПК-4.2	Собеседование (устно)
5.3	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
5.4	Текущий контроль	Оценка электромагнитной совместимости оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и	ПК-4.2	Собеседование (устно)

		ремонта электроустановок в системах электроснабжения.		
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Технические решения для повышения качества электрической энергии, совершенствования электроустановок и технологий технического обслуживания и ремонта в системах электроснабжения.</b>			
6.1	Текущий контроль	Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.	ПК-4.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>6 курс, сессия зимняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Разделы 1 - 6	ПК-4.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

\*\*ПП – практическая подготовка

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

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

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

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

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

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

#### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного 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
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

**Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена**

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



Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»
---	-----------------------

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

#### Собеседование

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

#### Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«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
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«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.

### **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

«Система электроснабжения в структуре железной дороги. Структурные подразделения в системах электроснабжения и их основные функции. Основные требования к конструкции, технико-экономическим параметрам и показателям качества электроэнергии в системах электроснабжения. Экологическая безопасность.»

1. Дать определение понятия качество электрической энергии.
2. Назвать показатели качества электрической энергии (ПКЭ).
3. Назвать нормативы (ПКЭ).
4. Раскрыть понятие отклонения напряжения.
5. Пояснить сущность отклонения напряжения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Направления организационных и технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.»

1. Изобразить векторную диаграмму напряжений и токов в простейшей электрической сети сопротивлением  $Z = R + jX$ .
2. Понятие математического ожидания установившегося отклонения напряжения  $M(\delta U_y)$ .
3. Влияние отклонения напряжения на работу асинхронных электродвигателей.
4. Каким образом изменяется зависимость скольжения асинхронного двигателя от напряжения?
5. Как зависит вращающий момент, ток в обмотке ротора, ток в обмотке статора от напряжения?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Понятие качества электрической энергии. Количественным характеристикам допустимых уровней помех в системе электроснабжения. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Отклонение напряжения, колебание напряжения, несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения.»

1. Назвать основные характеристики асинхронных трехфазных двигателей и их зависимость от отклонения напряжения.
2. Как зависит активная мощность асинхронных трехфазных двигателей от отклонения напряжения?
3. Как зависит реактивная мощность асинхронных трехфазных двигателей от отклонения напряжения?
4. Как зависит скольжение асинхронных трехфазных двигателей от отклонения напряжения?
5. Как зависит ток в обмотках статора асинхронных трехфазных двигателей от отклонения напряжения?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Организационные и технические мероприятия для повышения ПКЭ в процессе передачи, распределения и использования электрической энергии.»

1. Пояснить зависимость производительности технологического оборудования предприятий и качества продукции от отклонения напряжения.
2. Пояснить влияние отклонения напряжения на осветительные установки.
3. Как зависят электрические характеристики источников излучения от отклонения напряжения?
4. Как зависят светотехнические характеристики источников излучения от отклонения напряжения?
5. Как зависит срок службы источников излучения от отклонения напряжения?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.»

1. Назовите необходимое количество источников излучения для эксплуатации при отклонениях напряжения?
2. Назвать методы снижения отклонения напряжения в системах электроснабжения.
3. Перечислить способы регулирования напряжения на предприятиях.
4. Пояснить способ регулирования напряжения изменением добавочного напряжения.
5. Пояснить способ регулирования напряжения изменением продольной и поперечной составляющей падения напряжения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Оценка электромагнитной совместимости тягового электроснабжения и технологических установок системы тягового электроснабжения с системой внешнего электроснабжения и нетяговыми потребителями электроэнергии.»

1. Пояснить способ регулирования напряжения изменением напряжения в питающей сети.
2. Пояснить способ регулирования напряжения изменением схемы электрической сети.
3. Как изменяется напряжение трансформаторами с регулированием напряжения под нагрузкой (РН).
4. Как изменяется напряжение трансформаторами с регулированием напряжения переключением без возбуждения (ПВ).
5. Как выполняется расчет экономической эффективности устройств регулирования напряжения?

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования  
«Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с потребителями, которые ухудшают ПКЭ.»

1. Нормализация отклонений напряжения в сетях освещения.
2. Понятие и показатели колебания напряжения.
3. Пояснить размах изменения напряжения.
4. Как вычисляется частота повторения изменения напряжения при периодических колебаниях напряжения?
5. Назвать предельно допустимые значения размаха изменения напряжения в точках электрической сети.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.»

1. Понятие фликер и дозы фликера.
2. Пояснить влияние колебаний напряжения на работу электроприемников.
3. Назвать средства и способы снижения колебаний напряжения в системах электроснабжения.
4. Пояснить несинусоидальные режимы работы систем электроснабжения.
5. Нормируемые показатели несинусоидальных режимов работы электроснабжения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Оценка электромагнитной совместимости оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.»

1. Пояснить коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.
2. Пояснить коэффициент n-ой гармонической составляющей кривой напряжения.
3. Нормально и предельно допустимые коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения в сетях с разными напряжениями.
4. Нормально и предельно допустимые коэффициенты n-ой гармонической составляющей кривой напряжения в сетях с разными напряжениями.
5. Влияние высших гармоник на системы электроснабжения.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.»

1. Влияние высших гармоник на работы электрических машин.
2. Потери активной мощности в трансформаторах от высших гармоник.
3. Потери мощности в конденсаторах от высших гармоник.
4. Влияние высших гармоник на качество изоляции.
5. Влияние высших гармоник на работу приборов учета электрической энергии.

**3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты**

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.»

1. Назвать основные источники высших гармоник в системе электроснабжения.
2. Гармонический состав высших гармоник при работе трехфазного мостового выпрямителя.
3. Влияние тиристорных регуляторов переменного напряжения на показатели качества электрической энергии.
4. Высшие гармоники при работе установок контактной и электродной сварки.
5. Высшие гармоники силовых трансформаторов оттока намагничивания.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.»

1. Применение электрических сетей постоянного тока высокого напряжения для снижения потерь электрической энергии и повышения электромагнитной совместимости элементов системы электроснабжения.
2. Применение силовых энергетических фильтров для повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения.
3. Несимметрия напряжений в системах электроснабжения и причины ее возникновения.
4. Влияние несимметрии напряжений и токов на работу электроприемников.
5. Применение метода симметричных составляющих (метода Фортеस्कью) для оценки несимметрии напряжений и токов.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.»

1. Влияние несимметрии напряжений и токов на работу асинхронных трехфазных двигателей.
2. Работа четырехпроводной электрической сети при несимметричной нагрузке.
3. Работа трехпроводной электрической сети при несимметричной нагрузке.
4. Мероприятия по снижению несимметрии напряжений в электрической сети.
5. Снижение несимметрии напряжений в электрической сети с помощью несимметричной конденсаторной батареи.

### 3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

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

#### Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-4.2	Система электроснабжения в структуре железной дороги. Структурные подразделения в системах электроснабжения и их основные функции. Основные требования к конструкции, технико-экономическим параметрам и показателям качества электроэнергии в системах электроснабжения. Экологическая безопасность.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Направления организационных и технических мероприятий по повышению качества электрической энергии в процессе эксплуатации электроустановок в системах электроснабжения.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Понятие качества электрической энергии. Количественным характеристикам допустимых уровней помех в системе электроснабжения. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Отклонение напряжения, колебание напряжения, несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2		Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ

	Организационные и технические мероприятия для повышения ПКЭ в процессе передачи, распределения и использования электрической энергии.	Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Оценка качества электрической энергии в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Оценка электромагнитной совместимости тягового электроснабжения и технологических установок системы тягового электроснабжения с системой внешнего электроснабжения и нетяговыми потребителями электроэнергии.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с потребителями, которые ухудшают ПКЭ.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Оценка электромагнитной совместимости в электрических цепях с полупроводниковыми приборами.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Оценка электромагнитной совместимости оборудования в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электроустановок в системах электроснабжения.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
ПК-4.2	Регуляторы активной и реактивной мощности в системе тягового электроснабжения железной дороги.	Знание	3 - ЗТЗ
		Умение	9 - ОТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	6 - ЗТЗ
		Итого	90 – ЗТЗ 90 - ОТЗ

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

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

1. Научное направление, задачей которого является сокращение расхода материальных, трудовых и энергетических ресурсов в процессе производства продуктов для общества называется:
  1. Энергосбережением.
  2. Повышением производительности труда.
  3. Ресурсосбережением.
2. К природным ресурсам, которые используются для производства продуктов, относятся:
  1. Управленческий и вспомогательный персонал.
  2. Специалисты и рабочие.
  3. Материальные и энергетические ресурсы.
3. Люди, обладающие необходимым физическим развитием, знаниями и практическим опытом работы являются:

1. Рабочие.
2. Специалисты, управленческий и вспомогательный персонал.
3. Трудовые ресурсы.
4. На перевозочный процесс железных дорог расходуется:
  1. 5% производимой в России электрической энергии.
  2. 10% производимой в России электрической энергии.
  3. 15% производимой в России электрической энергии.
5. На энергетическое обеспечение железной дороги расходуется:
  1. 60 млрд. рублей в год.
  2. 30 млрд. рублей в год.
  3. 5 млрд. рублей в год.
6. Обоснование типажа тягового подвижного состава (ТПС) с учетом прогнозируемого объема и характера перевозочной работы выполняется на этапе:
  1. Разработки локомотива.
  2. Эксплуатации локомотива.
  3. технического обслуживания и ремонта локомотива.
7. Энергосбережение, сокращение порчи и неисправностей локомотива в перевозочном процессе достигается:
  1. На этапе разработки локомотива.
  2. В процессе эксплуатации локомотива.
  3. На этапе технического обслуживания и ремонта локомотива.
8. Систематизация данных по отказам, интенсивности износа узлов, замене деталей и систематического диагностирования обеспечивают:
  1. Планово-предупредительное техническое обслуживание.
  2. Техническое обслуживание по фактическому состоянию подвижного состава.
  3. Планово-предупредительный ремонт.
9. Достоверный контроль состояния узлов локомотива в момент проверки и прогнозирование технического состояния до следующего планового контроля выполняется:
  1. *Системой технического диагностирования.*
10. Разместить заказы запасных частей, планировать занятость рабочих мест в цехе, выбирать в графике движения поездов возможность технического обслуживания тягового подвижного состава (ТПС) позволяет:
  1. *Планово-предупредительная система технического обслуживания ТПС.*
11. Продлить ресурс автосцепок, колесных пар и повторно использовать на подвижном составе металлоемкие детали позволяет:
  1. *Восстановление изношенных поверхностей, упрочнение и закалка металла.*
12. Анализирует выполнение сетевого графика ремонта локомотива, автоматизирует контрольно-испытательные операции, учитывает движение товарно-материальных ценностей, ведет таблицу учета рабочего времени персонала:
  1. *Система контроля технологической дисциплины.*
13. Для бесконтактного замера параметров колесных пар, для измерения и контроля толщины и крутизны гребня, проката и толщины бандажа применяется:
  1. *Шаблоны и измерительные приборы.*
14. Сокращает расход краски и обеспечивает направленное нанесение ее на окрашиваемую поверхность:
  1. *Пневматический краскораспылитель.*
15. Для сушки изоляционных материалов после пропитки обмоток электрических машин в электромашиных цехах депо применяется:
  1. *Конвективный способ.*
16. Полные разрушения оборудования, предупреждаются возможные сбои и предсказываются реальные оставшиеся сроки службы узлов локомотива:
  1. *Мониторингом исправности техники.*
17. Для повышения качества пропитки изоляционными материалами обмоток

электрических машин после ремонта применяется:

*1. Многократное окунание обмоток в ванне с изоляционным материалом.*

18. Управление скоростным и тяговым режимом подвижного состава, реализация высокого качества перевозочного процесса, выполнение графика движения поездов, сбережение природных и трудовых ресурсов обеспечивается:

*1. Системой обеспечения транспорта.*

### **3.4 Перечень теоретических вопросов к экзамену**

(для оценки знаний)

1. Понятия о качестве электрической энергии.
2. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ).
3. Нормативы (ПКЭ).
4. Отклонение напряжения.
5. Понятие математического ожидания установившегося отклонения напряжения  $M(\delta U_y)$ .
6. Влияние отклонения напряжения на работу асинхронных электродвигателей.
7. Основные характеристики асинхронных трехфазных двигателей и их зависимость от отклонения напряжения.
8. Зависимость производительности технологического оборудования предприятий и качества продукции от отклонения напряжения.
9. Методы снижения отклонения напряжения в системах электроснабжения.
10. Перечислить способы регулирования напряжения на предприятиях.
11. Пояснить способ регулирования напряжения изменением добавочного напряжения.
12. Пояснить способ регулирования напряжения изменением продольной и поперечной составляющей падения напряжения.
13. Пояснить способ регулирования напряжения изменением напряжения в питающей сети.
14. Пояснить способ регулирования напряжения изменением схемы электрической сети.
15. Как выполняется расчет экономической эффективности устройств регулирования напряжения?
16. Нормализация отклонений напряжения в сетях освещения.
17. Понятие и показатели колебания напряжения.
18. Пояснить влияние колебаний напряжения на работу электроприемников.
19. Назвать средства и способы снижения колебаний напряжения в системах электроснабжения.
20. Пояснить несинусоидальные режимы работы систем электроснабжения.
21. Нормируемые показатели несинусоидальных режимов работы электроснабжения.
22. Пояснить коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.
23. Пояснить коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей кривой напряжения.
24. Нормально и предельно допустимые коэффициенты искажения синусоидальности кривой напряжения в сетях с разными напряжениями.
25. Нормально и предельно допустимые коэффициенты  $n$ -ой гармонической составляющей кривой напряжения в сетях с разными напряжениями.
26. Влияние высших гармоник на системы электроснабжения.
27. Влияние высших гармоник на работу электрических машин.
28. Потери активной мощности в трансформаторах от высших гармоник.
29. Потери мощности в конденсаторах от высших гармоник.
30. Влияние высших гармоник на качество изоляции.
31. Влияние высших гармоник на работу приборов учета электрической энергии.
32. Основные источники высших гармоник в системе электроснабжения.
33. Гармонический состав высших гармоник при работе трехфазного мостового выпрямителя.
34. Влияние тиристорных регуляторов переменного напряжения на показатели качества электрической энергии.



35. Высшие гармоники при работе установок контактной и электродной сварки.
36. Высшие гармоники при работе электродуговых сталеплавильных печей.
37. Высшие гармоник газоразрядных источников излучения.
38. Методы улучшения формы кривой тока в электрических сетях.
39. Снижение высших гармоник тока увеличением числа фаз полупроводниковых преобразователей.
40. Разработка преобразователей с регулируемым входным электрическим сопротивлением для повышения энергетической эффективности и электромагнитной совместимости.
41. Применение электрических сетей постоянного тока высокого напряжения для снижения потерь электрической энергии и повышения электромагнитной совместимости элементов системы электроснабжения.
42. Применение силовых энергетических фильтров для повышения качества электрической энергии в системах электроснабжения.
43. Несимметрия напряжений в системах электроснабжения и причины ее возникновения.
44. Влияние несимметрии напряжений и токов на работу электроприемников.
45. Применение метода симметричных составляющих (метода Фортеस्कью) для оценки несимметрии напряжений и токов.
46. Влияние несимметрии напряжений и токов на работу асинхронных трехфазных двигателей.
47. Работа четырехпроводной электрической сети при несимметричной нагрузке.
48. Работа трехпроводной электрической сети при несимметричной нагрузке.
49. Мероприятия по снижению несимметрии напряжений в электрической сети.
50. Снижение несимметрии напряжений в электрической сети с помощью несимметричной конденсаторной батареи.
51. Симметрирование напряжения преобразователем числа фаз с использованием трансформатора Скотта.
52. Симметрирование напряжения преобразователем числа фаз с использованием полупроводниковых преобразователей.
53. Понятия о динамических характеристиках ПКЭ.
54. Организационные мероприятия по управлению для обеспечения заданных требований к качеству электрической энергией (КЭ).
55. Технические мероприятия по управлению для обеспечения заданных требований к качеству электрической энергией (КЭ).

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

1. Выбор силовых резонансных фильтров. Схема устройства.
2. Выбор фильтросимметрирующих устройств. Схема устройства.
3. Выбор ненастроенных фильтров. Схема устройства.
4. Активные и гибридные фильтры, комбинированные фильтры высших гармоник. Схема устройства, принцип действия.

### **3.6 Перечень типовых практических заданий к экзамену** (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Схемные решения по снижению несимметрии в сети.
2. Выбор параметров симметрирующих устройств.
3. Схемные решения по снижению колебаний напряжения.
4. Технические средства по снижению колебаний напряжения и их выбор.

#### **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
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

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 экзамена и оценивания результатов обучения**

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

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

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

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


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

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

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным

образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

### Образец экзаменационного билета

 <p>ИРГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Качество электрической энергии</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «ЭТ» ИРГУПС _____</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назвать методы снижения отклонения напряжения в системах электроснабжения</li><li>2. Работа четырехпроводной электрической сети при несимметричной нагрузке</li><li>3. Выбор ненастроенных фильтров. Схема устройства</li><li>4. Технические средства по снижению колебаний напряжения и их выбор</li></ol>		