

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

**Красноярский институт железнодорожного транспорта**

– филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»

(КрИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ и.о. ректора

от «17» июня 2022 г. № 78

**Б1.О.51 Электроснабжение железных дорог**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация – Электроснабжение железных дорог

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Системы обеспечения движения поездов

Общая трудоемкость в з.е. – 9  
Часов по учебному плану – 324  
В том числе в форме практической  
подготовки (ПП) – 8/8  
(очная/заочная)

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах  
очная форма обучения:  
зачет – 8, экзамен – 9, курсовой проект – 9 (1)  
заочная форма обучения:  
зачет – 5, экзамен – 6, курсовой проект – 6 (1)

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	8	9	Итого
Число недель в семестре	17	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>119</b>
– лекции	17	34	51
– практические (семинарские)	17	17	34
– лабораторные	17/4	17/4	34/8
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>57</b>	<b>112</b>	<b>169</b>
<b>Экзамен</b>		<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>216</b>	<b>324</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	5	5	6	6	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>12</b>		<b>18</b>		<b>30</b>
– лекции	4		8		12
– практические (семинарские)	4		6		10
– лабораторные	4/4		4/4		8/8
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>92</b>		<b>180</b>		<b>272</b>
<b>Зачет</b>		<b>4</b>			<b>4</b>
<b>Экзамен</b>				<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>198</b>	<b>18</b>	<b>324</b>

УП – учебный план.

КРАСНОЯРСК

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

Программу составили:  
ст. преподаватель

Т.В. Щеголева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Системы обеспечения движения поездов», протокол от 05.04.2022 г. №10.

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент

О.В. Колмаков

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	Формирование у специалиста основных и важнейших представлений об электрическом взаимодействии всех элементов системы электроснабжения на основе глубокого изучения физической сущности процессов и режимов работы, освоения современных методов расчета и проектирования системы электроснабжения железной дороги
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	Изучение методов расчета основных параметров системы тягового электроснабжения, выбора мест расположения тяговых подстанций и линейных устройств тягового электроснабжения в зависимости от размеров движения;
2	Изучение методов оценки и выбора рациональных технологических режимов работы устройств электроснабжения, навыками эксплуатации, технического обслуживания и ремонта устройств электроснабжения, владением методами технико-экономического анализа деятельности хозяйства электроснабжения.
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
<b>Профессионально-трудовое воспитание обучающихся</b>	
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>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Необходимыми условиями для освоения дисциплины «Электроснабжение железных дорог» являются знания по дисциплинам:	
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.02.02. Силовая электроника в системах электроснабжения железных дорог
5	Б1.В.ДВ.03.01 Компьютерное проектирование и моделирование систем электроснабжения
6	Б1.В.ДВ.03.02 Применение вычислительной техники в электроснабжении железных дорог
<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>		
<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ПК-4 Способен осуществлять работы по проектированию,	ПК-4.1 Применяет знания устройства, принципа действия, технические характеристики и	Знать: методы анализа работы системы тягового электроснабжения; роль и место устройств электроснабжения в системе обеспечения движения поездов, теоретические основы систем электроснабжения;

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	конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, узлов и устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи	методы и средства обеспечения работы систем тягового электроснабжения
		Уметь: производить расчет и выбирать основные элементы, узлы и устройства системы электроснабжения
		Владеть: методами расчета и выбора устройств тягового электроснабжения, способами усиления устройств электроснабжения, повышения качества электрической энергии, способами симметрирования нагрузки в линиях внешнего электроснабжения
	ПК-4.2 Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Знать: методы измерения и оценки показателей качества при эксплуатации и обслуживании устройств электроснабжения; сущность, принципы и средства достижения устойчивого процесса передачи электроэнергии из – контактной сети к движущемуся электроподвижному составу
		Уметь: производить расчет и анализ режимов работы систем электроснабжения
		Владеть: методами технико-экономического анализа деятельности хозяйства электроснабжения; методами расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств системы тягового электроснабжения
	ПК-4.3 Применяет в профессиональной деятельности методы диагностирования параметров оборудования и проведения специальных измерений, порядок и правила технической эксплуатации устройств, а также работает со специализированным программным обеспечением при организации технической эксплуатации устройств и систем тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Знать: методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта; методы и средства обеспечения требуемых показателей качества электрической энергии
		Уметь: применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта
		Владеть: технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма					Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Сем естр	Часы				Курс/ сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог.	8					5/1					ПК-4.1
1.1	Системы и схемы питания нагрузок на	8	9	9	9/2	29	5/1	2	2	2/2	46	ПК-4.1

	электрифицированных участках железных дорог.												
	<b>Раздел 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.</b>						5/1						ПК-4.2
2.1	Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	8	8	8	8/2	28	5/1	2	2	2/2	46		ПК-4.2
	Зачет	8	-				5/2	4					ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	<b>Раздел 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог.</b>	9					6/1						ПК-4.3
3.1	Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог.	9	12	6	6/2	30	6/1	4	2	2/2	50		ПК-4.3
	<b>Раздел 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока.</b>	9					6/1						ПК-4.1
4.1	Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока.	9	12	6	6/2	30	6/1	2	2	2/2	50		ПК-4.1
	<b>Раздел 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.</b>	9					6/1						ПК-4.2
5.1	Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	9	10	5	5	32	6/1	2	2		50		ПК-4.2
	Выполнение курсового проекта	9				20	6/1				30		ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	Итого (без часов на промежуточную аттестацию)	9	51	34	34/ 8	169	6/1	12	10	8/8	272		

Экзамен	9	36	6/2	18	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
---------	---	----	-----	----	----------------------------

**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 КрИЖТ ИрГУПС, 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
6.1.1.1	Ю. А. Чернов	Электроснабжение железных дорог : учебное пособие. [Электронный ресурс] - <a href="https://umczdt.ru/books/41/39327/">https://umczdt.ru/books/41/39327/</a>	Москва : УМЦ ЖДТ, 2014	100 % online
6.1.1.2	В. И. Сопов, Н. И. Щуров ; рец. В. П. Горелов [и др.]	Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе : учебник. [Электронный ресурс]- <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436278">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436278</a>	Новосибирск: НГТУ, 2013	100 % online

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.2.1	Л. А. Герман, А. С. Серебряков ; рецензент В. С. Селякин	Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. - <a href="http://umczdt.ru/books/37/225932/">http://umczdt.ru/books/37/225932/</a>	Москва : УМЦ ЖДТ, 2015	100 % online
6.1.2.2	К. Г. Марквардт	Электроснабжение электрифицированных железных дорог : учеб. для ВУЗ ж-д трансп.. - [Текст]	М : Книга по Требованию, 2013	3
6.1.2.3	В. И. Сопов, Ю. А. Прокушев ; рецензенты : Г. Н. Ворфоломеев, В. Н. Аносов	Электроснабжение электрического транспорта : учебное пособие для среднего профессионального образования. -[Электронный ресурс] <a href="https://www.urait.ru/book/elektrosnabzhenie-elektricheskogo-transporta-432225">https://www.urait.ru/book/elektrosnabzhenie-elektricheskogo-transporta-432225</a>	Москва : Юрайт, 2019	100 % online

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.3.1	Т. В. Щеголева	Электроснабжение железных дорог : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализация "Электроснабжение железных дорог". . - [Электронный ресурс] - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online

		<a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D492212127%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D492212127%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>		
6.1.3.2	Т. В. Щеголева	Электроснабжение железных дорог : учебное пособие по выполнению лабораторных работ для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализации "Электроснабжение железных дорог". . - [Электронный ресурс] - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D398286466%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D398286466%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a> .	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2021	100 % online
6.1.3.3	Т. В. Щеголева	Электроснабжение железных дорог : методические указания к лекционным занятиям для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализации "Электроснабжение железных дорог". . - [Электронный ресурс] - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D246700328%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D246700328%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a> .	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2022	100 % online
6.1.3.4	Т. В. Щеголева	Электроснабжение железных дорог: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов всех форм обучения специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация "Электроснабжение железных дорог". - <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D255745015%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D255745015%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2023	100 % online
6.1.3.5	Т. В. Щеголева	Электроснабжение железных дорог: методические материалы и указания по изучению дисциплины для обучающихся специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов. - URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D339694972%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4">http://irbis.krsk.irkups.ru/web_ft/index.php?C21COM=S&amp;S21COLORTERMS=1&amp;P21DBN=IBIS&amp;I21DBN=IBIS_FULLTEXT&amp;LNG=&amp;Z21ID=4444&amp;S21FMT=bri efHTML_ft&amp;USES21ALL=1&amp;S21ALL=%28%3C%2E%3E%3D621%2E331%2F%D0%A9%2034%2D339694972%3C%2E%3E%29&amp;FT_PREFIX=KT=&amp;SEARCH_STRING=&amp;S21STN=1&amp;S21REF=10&amp;S21CNR=5&amp;auto_open=4</a>	Красноярск : КрИЖТ ИрГУПС, 2023	100 % online
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
6.2.1	Библиотека КрИЖТ ИрГУПС : [сайт] / Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал			

	ИрГУПС. – Красноярск. – URL: <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/">http://irbis.krsk.irkups.ru/</a> . – Режим доступа: после авторизации. – Текст : электронный.
6.2.2	Электронная библиотека «УМЦ ЖДТ»: электронно-библиотечная система : сайт / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, 2013 – 2024. – URL: <a href="http://umczt.ru/books/">http://umczt.ru/books/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.3	Znanium : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «ЗНАНИУМ». – Москва. 2011 – 2024. – URL: <a href="http://znanium.ru">http://znanium.ru</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.4	Образовательная платформа Юрайт : электронная библиотека : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020. – URL: <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.5	Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Директ-Медиа». – Москва, 2001 – 2024. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.6	Лань : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – 2024. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.
6.2.7	Красноярский институт железнодорожного транспорта : [электронная информационно-образовательная среда] / Красноярский институт железнодорожного транспорта. – Красноярск. – URL: <a href="http://sdo1.krsk.irkups.ru/">http://sdo1.krsk.irkups.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.8	Российские железные дороги : официальный сайт / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2024. – URL: <a href="https://company.rzd.ru/">https://company.rzd.ru/</a> . – Текст : электронный.
6.2.9	Красноярский центр научно-технической информации и библиотек (КрЦНТИБ) : сайт. – Красноярск. – URL: <a href="http://dcnti.krw.rzd">http://dcnti.krw.rzd</a> . – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>	
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>	
6.3.1.1	Microsoft Windows Vista Business Russian, авторизационный номер лицензиата 64787976ZZS1011, номер лицензии 44799789. Microsoft Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition (дог №2 от 29.05.2014 – 100 лицензий; дог №0319100020315000013-00 от 07.12.2015 – 87 лицензий).
<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	Автоматизированная система правовой информации на железнодорожном транспорте (БД АСПИЖТ) : сайт КонсультантПлюс / АО НИИАС. – Режим доступа: из локальной сети вуза. – Текст : электронный.
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Концепция реализации комплексного научно-технического проекта "Цифровая железная дорога" [Электронный ресурс] : утв. зам. ген. дир. ОАО "РЖД" - гл. инженер С.А. Кобзев № 1285 от 05.12.2017.- <a href="http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1">http://irbis.krsk.irkups.ru/cgi-bin/irbis64r_opak81/cgiirbis_64.exe?&amp;C21COM=2&amp;I21DBN=IBIS&amp;P21DBN=IBIS&amp;Image_file_name=%5CFul%5C647_bem.pdf&amp;IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1</a>

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Л, Т, Н КрИЖТ ИрГУПС находятся по адресу г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации).
3	Учебная Лаборатория «Электроснабжение железных дорог»; г. Красноярск, ул. Новая Заря, д. 2И, корпус Л, ауд. Л 504
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду КрИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальный зал библиотеки; – компьютерные классы А-224, А-409, А-414, Л-203, Л-204, Л-214, Л-404, Л-410, Н-204, Н-207, Т-46, Т-5.
5	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования А-307.



## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Аудиторные занятия, предусмотренные программой дисциплины «Теория линейных электрических цепей», являются обязательными для посещения.</p> <p>Лекционные занятия призваны донести до обучающихся содержание основных тем дисциплины, включенных в ее программу.</p> <p>На лекциях обучающиеся получают новые сведения, во многом дополняющие учебники, знакомятся с последними достижениями науки и техники. Поэтому умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемый материал является неперенным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность обучающихся. В процессе слушания необходимо разобраться в том, что излагает лектор; обдумать сказанное им; связать новое с тем, что до этого было известно по данной теме из предыдущих лекций, прочитанных книг и журналов. Слушая лекции, надо стремиться понять цель изложения, уловить ход мыслей лектора, логическую последовательность изложения, понимать, что хочет доказать лектор. Надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, их конспектирование помогают усвоить материал.</p> <p>Над конспектами лекций надо систематическим образом работать: перечитывать их, выправлять текст, делать дополнения, размечать цветом то, что должно быть глубоко и прочно закреплено в памяти. Первый просмотр конспекта рекомендуется сделать вечером того дня, когда была прослушана лекция (предварительно вспомнить о чем шла речь и хотя бы один раз просмотреть записи). Затем вновь просмотреть конспект через 3-4 дня. Времени на такую работу уходит немного, но результаты обычно бывают прекрасными: обучающийся основательно и глубоко овладевает материалом и к сессии приходит хорошо подготовленным.</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только основную, но и дополнительную литературу, которую рекомендовал лектор. Только такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит каждому обучающемуся овладеть научными знаниями и развить в себе задатки, способности, дарования.</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> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
Лабораторные работы	<p>Целью лабораторных занятий выступает обеспечение понимания теоретического материала учебного курса и его включение в систему знаний обучающихся, формирование операциональной компоненты готовности специалиста, развитие различных составляющих его профессиональной компетентности. Основой лабораторного практикума выступают типовые задачи, которые должен уметь решать специалист в своей профессиональной деятельности.</p> <p>Проведение лабораторной работы с целью осмысления нового учебного материала включает в себя следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку темы занятий и определение цели лабораторной работы;</li> <li>- определение порядка проведения лабораторной работы или отдельных ее этапов;</li> <li>- непосредственное выполнение лабораторной работы обучающимися и контроль преподавателя за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;</li> </ul>

	<p>- подведение итогов лабораторной работы и формулирование основных выводов; - защита лабораторной работы.</p> <p>На первом занятии преподаватель знакомит обучающихся с общими правилами работы в лаборатории / компьютерном классе, техникой безопасности и структурой оформления лабораторной работы. Знакомит обучающихся с процедурой защиты работы, обращает внимание обучающихся на то, что оформленная работа должна завершаться формированием библиографического списка.</p> <p>Лабораторные занятия в форме практической подготовки предусматривают участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>Практическая подготовка – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательных программ в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.</p>
Курсовой проект	<p>Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной задачи; проведение практических исследований по заданной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсового проекта (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»)</p>
Самостоятельная работа	<p>Цели внеаудиторной самостоятельной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• стимулирование познавательного интереса;</li> <li>• закрепление и углубление полученных знаний и навыков;</li> <li>• развитие познавательных способностей и активности обучающихся, самостоятельности, ответственности и организованности;</li> <li>• подготовка к предстоящим занятиям;</li> <li>• формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;</li> <li>• формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений, и, в том числе, формирование компетенций.</li> </ul> <p>Традиционные формы самостоятельной работы обучающихся следующие:</p> <p>работа с конспектом лекции, т.е. дополнение конспекта учебным материалом (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы, нормативных документов и материалом электронного ресурса и сети Интернет);</p> <p>чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы);</p> <p>конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами);</p> <p>составление плана и тезисов ответа;</p> <p>подготовка сообщений на семинаре;</p> <p>ответы на контрольные вопросы;</p> <p>решение задач;</p> <p>подготовка к практическому занятию;</p> <p>подготовка к деловым играм, направленным на решение производственных ситуаций, на проектирование и моделирование профессиональной деятельности;</p>
Экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу. Основное в подготовке к сдаче экзамена - это повторение всего материала дисциплины. При подготовке к сдаче экзамена обучающийся весь объем работы должен распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнение намеченной работы.</p> <p>Для успешной сдачи экзамена по дисциплине «Теория линейных электрических цепей» обучающиеся должны принимать во внимание, что все основные категории, которые указаны в рабочей программе, нужно знать, понимать их смысл и уметь его разъяснить; указанные в рабочей программе формируемые профессиональные компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы обучающимся; практические занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, более высокой оценки на экзамене; готовиться к экзамену необходимо начинать с первой лекции и первого занятия.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде КРИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет и Электронную библиотеку (ЭБ КРИЖТ ИрГУПС) <a href="http://irbis.krsk.ircups.ru">http://irbis.krsk.ircups.ru</a></p>	



**Приложение № 1 к рабочей программе  
Б1.О.51 Электроснабжение железных дорог**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.О.51 Электроснабжение железных дорог**

## **1. Общие положения**

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

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

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;
- 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 ОПОП; 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 с указанием этапов их формирования.**

### **Показатели оценивания компетенций, критерии оценки**

Дисциплина «Электроснабжение железных дорог» участвует в формировании компетенций:

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

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**очная форма обучения**

№ п.п.	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>8 семестр</b>					
1	1-17	Текущий контроль	Раздел 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог. Раздел 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита лабораторных работ (письменно, устно) В рамках ПП: Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
2	17	Промежуточная аттестация – зачет	Раздел 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог. Раздел 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Зачет (устно)
<b>9 семестр</b>					
3	1-17	Текущий контроль	Раздел 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Раздел 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока. Раздел 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита лабораторных работ (письменно, устно) В рамках ПП: Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
4	16-17	Промежуточная аттестация	Проверка и защита разделов курсового проекта	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита курсового проекта (устно)
5	17	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Раздел 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока. Раздел 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Экзамен (устно, письменно)

**Программа контрольно-оценочных мероприятий**

**заочная форма обучения**

№ п.п.	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тема/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>5 курс</b>				
1	Текущий контроль	Раздел 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог. Раздел 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита лабораторных работ (письменно, устно) В рамках ПП: Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
2	Промежуточная аттестация – зачет	Раздел 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог. Раздел 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Зачет (устно)
<b>6 курс</b>				
3	Текущий контроль	Раздел 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Раздел 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока. Раздел 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита лабораторных работ (письменно, устно) В рамках ПП: Защита лабораторных работ (устно) Тестирование (компьютерные технологии)
4	Промежуточная аттестация	Проверка и защита разделов курсового проекта	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Защита курсового проекта (устно)
5	Промежуточная аттестация – экзамен	Раздел 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Раздел 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока. Раздел 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	ПК-4 .1 ПК-4 .2 ПК-4 .3	Экзамен (устно, письменно)

## Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся 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».

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
2	Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся.	Темы типовых групповых и (или) индивидуальных проектов и типовое задание.
3	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
4	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.
5	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.



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

**Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

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

**Защита лабораторной работы**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена полностью самостоятельно. Показаны необходимые для проведения лабораторной работы теоретические знания, умения и навыки.
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Показаны необходимые для проведения лабораторной работы основные теоретические знания, умения и навыки.
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена в не обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с недочетами.

	Лабораторная работа выполнена с посторонней помощью. Показаны знания основного теоретического материала. Слабые умения и навыки.
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты выполненной работы не позволяют сделать выводы о достигнутых результатах, полностью расходятся с поставленной целью. Показаны плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений и навыков.

### Курсовой проект

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«хорошо»	Содержание курсового проекта (работы) полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта (работы) логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта (работы) и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта (работы) обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
«удовлетворительно»	Содержание курсового проекта (работы) частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсового проекта (работы). Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются существенные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта (работы) допущены грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы.
«неудовлетворительно»	Содержание курсового проекта (работы) в целом не соответствует заданию. Имеются существенные отклонения от требований в оформлении курсового проекта (работы). Большое количество существенных ошибок, много грамматических и стилистических ошибок. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Продемонстрировано слабое знание теоретического материала, не способность уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы. Курсовой проект (работа) не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта (работы).

### Тест

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»
«хорошо»	
«удовлетворительно»	
«не удовлетворительно»	«не зачтено»

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

### **Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена**

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

### **Критерии и шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета:**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

## **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 теоретических вопросов к зачету**

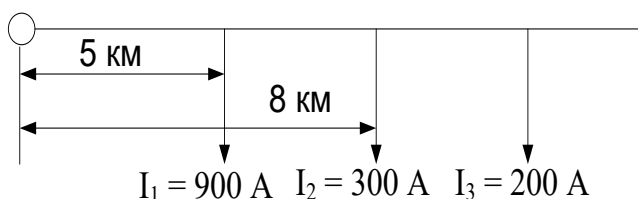
1. Основные этапы электрификации железных дорог России (СССР). Состояние и тенденции развития электрических железных дорог мира. Техничко-экономическая эффективность электрической тяги. Техничко-экономические показатели электрифицированных железных дорог.
2. Системы электрической тяги. Системы электроснабжения электрической тяги и их принципиальные схемы. Техничко-экономическое сравнение систем электроснабжения ЭЖД.
3. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции постоянного тока. Техничко-экономический анализ СТЭ.
4. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе переменного тока 1\*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 1\*25кВ. Техничко - экономический анализ СТЭ.
5. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированного по системе переменного тока 2\*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 2\*25кВ. Техничко - экономический анализ.
6. Понятие об энергетической системе. Принципиальная схема внешнего и тягового электроснабжения электрических железных дорог. Требования к схемам внешнего электроснабжения
7. Схемы питания тяговой сети однопутных и двух путных участков железных дорог и их технико-экономическое сравнение.
8. Схемы электроснабжения не тяговых и районных потребителей.
9. Стыкование электрифицированных участков с различными системами тока и систем электроснабжения.
10. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 1\*25кВ с помощью трехфазного трансформатора Y/D-11: принципиальная схема, векторные диаграммы токов и напряжений, распределение тока по обмоткам, схема главных электрических соединений тяговой подстанции, технико-экономический анализ.

11. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 1x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций с трансформаторами Y/D-11, векторная диаграмма токов и напряжений для различных типов подстанций, требования к схеме питания, схема питания группы подстанций в векторной форме.
12. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 2\*25кВ: принципиальная схема, векторные диаграммы напряжений, распределение тока по элементам схемы, эффективность. Схемы главных электрических соединений тяговой подстанции и поста секционирования.
13. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 2x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций, схема питания группы тяговых подстанций в векторной форме.
14. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока с помощью трехфазно-двухфазного трансформатора по схеме Скотта: принципиальная схема, векторная диаграмма, распределение тока, эффективность.
15. Трансформаторы тяговых подстанций с повышенным симметрирующим эффектом. Схемы питания тяговой сети.
16. Схемы питания тяговой сети переменного тока с повышенным симметрирующим эффектом с комбинированным применением однофазных и трёхфазных трансформаторов.
17. Сопротивление тяговой сети постоянного тока, распределение тока между проводами контактной сети.
18. Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока.
19. Обобщенный метод расчета сопротивления тяговой сети переменного тока: метод расчёта, расчёт распределения тока между проводами контактной сети.
20. Сопротивление тяговой сети переменного тока однопутного участка по системе 1x25.
21. Сопротивление тяговой сети переменного тока двух путного участка по системе 1x25.
22. Составное и эквивалентное сопротивление тяговой сети.
23. Расчетные сопротивления системы внешнего электроснабжения и тягового трансформатора.
24. Принципы построения методов расчета системы тягового электроснабжения. Классификация методов расчета. Назначение и объем электрических расчетов. Назначение электрических расчётов.
25. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
26. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
27. Метод расчёта токораспределения на многопутном участке постоянного тока с постом секционирования и пунктами параллельного соединения.
28. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на участке переменного тока 1x25кВ.
29. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при одностороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
30. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока при равных и неравных напряжениях на шинах смежных подстанций.
31. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
32. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок в тяговой сети переменного тока при одностороннем и двустороннем питании.
33. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока при одностороннем и двустороннем питании.
34. Расчет потери мощности в тяговой сети переменного тока.

35. Расчет тока в обмотках тягового трансформатора Y/D-11. Расчет потерь мощности в тяговом трансформаторе.
36. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции постоянного тока.
37. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции переменного тока.
38. Методы расчета по заданному графику движения поездов: методы равномерного и характерных сечений графика движения.
39. Методы расчёта по заданному графику движения поездов: метод непрерывного исследования графика движения поездов.
40. Метод расчета с равномерно распределенной нагрузкой.
41. Особенности работы магистральных железных дорог. Статистический анализ параметров режима работы системы тягового электроснабжения.
42. Законы распределения числа поездов в межподстанционной зоне и межпоездных интервалов.
43. Законы распределения тяговой нагрузки и ее числовые характеристики.
44. Числовые характеристики поездного тока.
45. Числовые характеристики токов фидеров тяговой подстанции.
46. Потери мощности и энергии в тяговой сети.
47. Определение напряжения в тяговой сети до поезда.
48. Характеристика электрической тяги как потребителя электрической энергии.
49. Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.
50. Показатели качества электроэнергии в системах тягового электроснабжения.
51. Режим напряжения тяговой сети. Влияние уровня напряжения на условия движения поезда.
52. Напряжение в тяговой сети постоянного и переменного тока при рекуперации электрической энергии.
53. Организационные и технические мероприятия по улучшению качества напряжения на токоприемнике электровоза.
54. Несимметрия токов и напряжений при питании электрической тяги: электротяга переменного тока несимметричный приёмник электроэнергии, основные положения метода симметричных составляющих, показатели несимметрии тока и напряжения, симметричные составляющие тока одной и группы тяговых подстанций.
55. Влияние несимметрии и несинусоидальности тока и напряжения на работу электрических машин и потери мощности.
56. Потери мощности в тяговом трансформаторе и питающей сети при несимметричной нагрузке.
57. Способы симметрирования тока и напряжения питающей сети при питании тяговой нагрузки.
58. Несинусоидальность тока и напряжения: электротяга переменного тока нелинейный приёмник электроэнергии, гармоники тока и напряжения в системе тягового электроснабжения, показатели несинусоидальности тока и напряжения.
59. Способы снижения уровня высших гармоник в системе тягового электроснабжения.
65. Принципы выбора параметров системы тягового электроснабжения. Расчетные параметры режима и их назначение. Сравнение вариантов по единовременным и ежегодным расходам.
66. Принципы выбора номинальной мощности трансформатора тяговой подстанции.
67. Износ (старение) изоляции трансформатора.
68. Последовательность расчета мощности трансформатора тяговой подстанции. Нормативы, характеризующие износ изоляции трансформатора.
69. Выбор сечения проводов контактной сети и проверка ее на нагрев.
70. Выбор параметров полупроводниковых преобразователей.
71. Усиление системы тягового электроснабжения. Последовательность усиления.

### 3.2 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

1. Определить потерю напряжения до  $I_2$ . Схема одностороннего питания. Ток постоянный.



$$r_{TC} = 0,09 \text{ Ом/км}$$

$$r_K = 0,065 \text{ Ом/км}$$

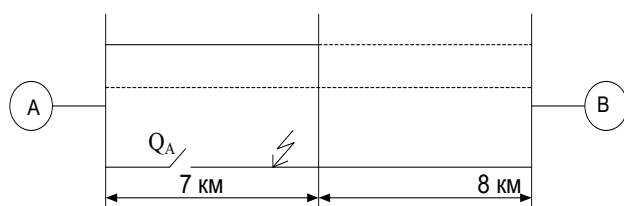
Определить  $\Delta U_{TC2}$

- 2 Подключить к фазам системы внешнего электроснабжения трансформатор обмотки которого соединены по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания подстанционной зоны, если первичные обмотки трансформатора подключены к фазам САВ, при этом левое плечо тяговой подстанции получает питание от фазы В.

- 3 . Рассчитать сопротивление проводов тяговой сети постоянного тока при  $t_{\text{окр ср}}=27 \text{ }^\circ\text{C}$ , если  $r_{20}=0,158$ ;  $\beta=0,004 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

4. Вычислить параметры схемы замещения.

$$R_{TCA}; R_{TCB}; R_{TCAB}; R_A, R_B, R_{AB}$$



$$L_{\text{ПФА}} = 1 \text{ км};$$

$$L_{\text{ПФВ}} = 0.5 \text{ км};$$

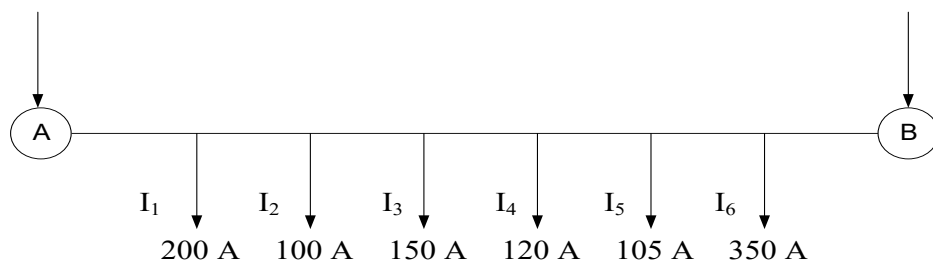
$$R_3 = 0; R_{\text{ПА}} = R_{\text{ПВ}} = R_{\text{П}} = 0.1390 \text{ м};$$

$$q = 4; R = 0.150 \text{ Ом/км};$$

$$R_{T2P3} = 0.190 \text{ м}$$

5. Определить точку токораздела для схемы:

$$\text{Если } I_A = 700 \text{ А}$$



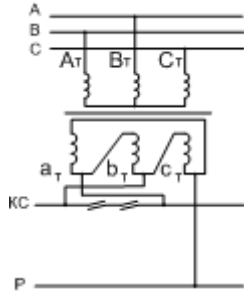
- 6 Построить диаграмму потерь напряжения в тяговой сети, относительно подстанций А и Б, если  $\Delta U_{1A} = 4000 \text{ В}$ ;  $\Delta U_{2A} = 700 \text{ В}$ ;  $\Delta U_{3A} = 900 \text{ В}$ ;  $\Delta U_{4B} = 4000 \text{ В}$ ;  $\Delta U_{5B} = 4000 \text{ В}$   
 $U_A > U_B$  на  $200 \text{ В}$ .

- 7 Подключить к фазам системы внешнего электроснабжения трансформатор обмотки которого соединены по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания подстанционной зоны, если первичные обмотки трансформатора подключены к фазам АВС, при этом левое плечо тяговой подстанции получает питание от фазы А.

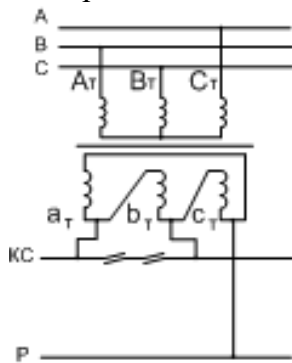
8. Рассчитайте ток короткого замыкания при результирующем сопротивлении до точки КЗ в относительных единицах  $0,551$  и базисном токе  $I_g = 502$

9. Определить графически напряжение на шинах подстанции при заданном напряжении на электровозе и токе электровоза (в общем виде)

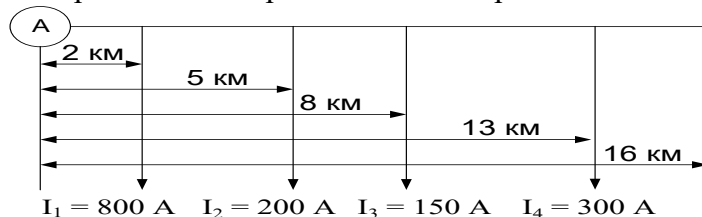
10. К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.



11 К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, слева от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник», для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.

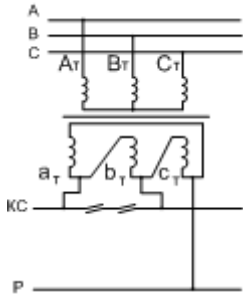


12. Определить потери мощности в проводах контактной сети ( $r_k = 0.07 \text{ Ом/км}$ ) для схемы:



13. Рассчитать сопротивление трансформатора:  $S = 40 \text{ МВА}$ ;  $U_{КВ-С} = 17.51\%$ ;  
 $U_{КВ-Н} = 10\%$ ;  $U_{КС-Н} = 6.7\%$ ;

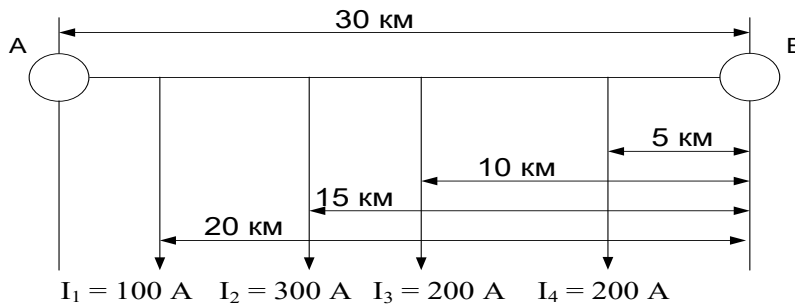
14 К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке, трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.



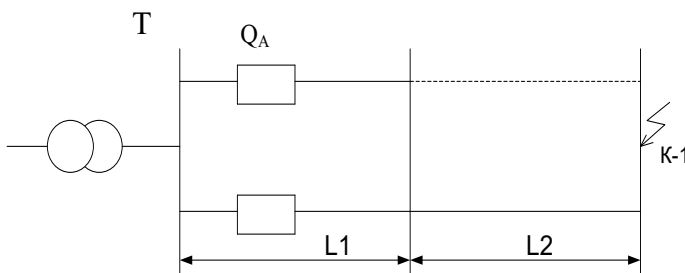
15. Определить потерю линейного напряжения  $\Delta U$  в ЛЭП  $L = 500$  м в Вольтах и % при  $U_{\text{ном}} = 380$  В,  $X_{\text{ЛЭП}} = 0.145$  Ом;  $R_{\text{ЛЭП}} = 0.164$  Ом и при приложенной в конце ЛЭП нагрузке  $I_2 = 100$  А,  $\cos\varphi_2 = 0.8$  ( $\sin\varphi_2 = 0.594$ ).



16. Найти точку токораздела и токи подстанций.



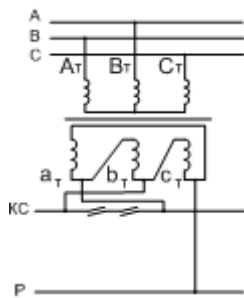
17. Рассчитать контур к.з. для схемы и ток к.з. (К-1) через выключатель Q:



$$\begin{aligned}
 Z_{22} &= 0.3 \text{ Ом/км}; \\
 X_{\text{Сmax}} &= 2.1 \text{ Ом}; \\
 L_1 &= 20 \text{ км}; & L_2 &= 30 \text{ км}; \\
 U &= 28 \text{ кВ}.
 \end{aligned}$$

18. К каким фазам системы внешнего электроснабжения должны быть подключены обмотки, следующего справа от изображенного на рисунке трансформатора, соединённого по схеме «звезда–треугольник» для обеспечения двустороннего питания межподстанционной зоны. Определите напряжение, приложенное в контактную сеть относительно системы внешнего электроснабжения.





### 3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Основные этапы электрификации железных дорог России (СССР). Состояние и тенденции развития электрических железных дорог мира. Техничко-экономическая эффективность электрической тяги. Техничко-экономические показатели электрифицированных железных дорог.
2. Системы электрической тяги. Системы электроснабжения электрической тяги и их принципиальные схемы. Техничко-экономическое сравнение систем электроснабжения ЭЖД.
3. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции постоянного тока. Техничко-экономический анализ СТЭ.
4. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированной по системе переменного тока 1\*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 1\*25кВ. Техничко - экономический анализ СТЭ.
5. Принципиальная схема участка железной дороги, электрифицированного по системе переменного тока 2\*25кВ. Схема главных электрических соединений тяговой подстанции переменного тока 2\*25кВ. Техничко - экономический анализ.
6. Понятие об энергетической системе. Принципиальная схема внешнего и тягового электроснабжения электрических железных дорог. Требования к схемам внешнего электроснабжения.
7. Схемы питания тяговой сети однопутных и двух путных участков железных дорог и их технико-экономическое сравнение.
8. Схемы электроснабжения не тяговых и районных потребителей.
9. Стыкование электрифицированных участков с различными системами тока и систем электроснабжения.
10. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 1\*25кВ с помощью трехфазного трансформатора Y/D-11: принципиальная схема, векторные диаграммы токов и напряжений, распределение тока по обмоткам, схема главных электрических соединений тяговой подстанции, технико-экономический анализ.
11. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 1x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций с трансформаторами Y/D-11, векторная диаграмма токов и напряжений для различных типов подстанций, требования к схеме питания, схема питания группы подстанций в векторной форме.
12. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока по системе 2\*25кВ: принципиальная схема, векторные диаграммы напряжений, распределение тока по элементам схемы, эффективность. Схемы главных электрических соединений тяговой подстанции и поста секционирования.
13. Симметрирование токов в питающей ЛЭП при СТЭ 2x25 кВ: принцип симметрирования, схема питания группы тяговых подстанций, схема питания группы тяговых подстанций в векторной форме.
14. Схема питания тяговой сети однофазного переменного тока с помощью трехфазно-двухфазного трансформатора по схеме Скотта: принципиальная схема, векторная диаграмма, распределение тока, эффективность.

15. Трансформаторы тяговых подстанций с повышенным симметрирующим эффектом. Схемы питания тяговой сети.
16. Схемы питания тяговой сети переменного тока с повышенным симметрирующим эффектом с комбинированным применением однофазных и трёхфазных трансформаторов.
17. Сопротивление тяговой сети постоянного тока, распределение тока между проводами контактной сети.
18. Сопротивление проводов и рельсов тяговой сети переменного тока.
19. Обобщенный метод расчета сопротивления тяговой сети переменного тока: метод расчёта, расчёт распределения тока между проводами контактной сети.
20. Сопротивление тяговой сети переменного тока однопутного участка по системе 1x25.
21. Сопротивление тяговой сети переменного тока двух путного участка по системе 1x25.
22. Составное и эквивалентное сопротивление тяговой сети.
23. Расчетные сопротивления системы внешнего электроснабжения и тягового трансформатора.
24. Принципы построения методов расчета системы тягового электроснабжения. Классификация методов расчета. Назначение и объем электрических расчетов. Назначение электрических расчётов.
25. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
26. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
27. Метод расчёта токораспределения на многопутном участке постоянного тока с постом секционирования и пунктами параллельного соединения.
28. Расчет токов фидеров и подстанций с заданным расположением нагрузок при одностороннем и двустороннем питании на участке переменного тока 1x25кВ.
29. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при одностороннем питании на однопутном участке постоянного тока.
30. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок при двустороннем питании на однопутном участке постоянного тока при равных и неравных напряжениях на шинах смежных подстанций.
31. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок на двухпутном участке постоянного тока с постом секционирования.
32. Расчет напряжения у поезда с заданным расположением нагрузок в тяговой сети переменного тока при одностороннем и двустороннем питании.
33. Расчет потери мощности в тяговой сети постоянного тока при одностороннем и двустороннем питании.
34. Расчет потери мощности в тяговой сети переменного тока.
35. Расчет тока в обмотках тягового трансформатора Y/D-11. Расчет потерь мощности в тяговом трансформаторе.
36. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции постоянного тока.
37. Расчет напряжения на шинах тяговой подстанции переменного тока.
38. Методы расчета по заданному графику движения поездов: методы равномерного и характерных сечений графика движения.
39. Методы расчёта по заданному графику движения поездов: метод непрерывного исследования графика движения поездов.
40. Метод расчета с равномерно распределенной нагрузкой.
41. Особенности работы магистральных железных дорог. Статистический анализ параметров режима работы системы тягового электроснабжения.
42. Законы распределения числа поездов в меж подстанционной зоне и межпоездных интервалов.
43. Законы распределения тяговой нагрузки и ее числовые характеристики.
44. Числовые характеристики поездного тока.

45. Числовые характеристики токов фидеров тяговой подстанции.
46. Потери мощности и энергии в тяговой сети.
47. Определение напряжения в тяговой сети до поезда.
48. Характеристика электрической тяги как потребителя электрической энергии.
49. Показатели качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения.
50. Показатели качества электроэнергии в системах тягового электроснабжения.
51. Режим напряжения тяговой сети. Влияние уровня напряжения на условия движения поезда.
52. Напряжение в тяговой сети постоянного и переменного тока при рекуперации электрической энергии.
53. Организационные и технические мероприятия по улучшению качества напряжения на токоприемнике электровоза.
54. Несимметрия токов и напряжений при питании электрической тяги: электротяга переменного тока несимметричный приёмник электроэнергии, основные положения метода симметричных составляющих, показатели несимметрии тока и напряжения, симметричные составляющие тока одной и группы тяговых подстанций.
55. Влияние несимметрии и несинусоидальности тока и напряжения на работу электрических машин и потери мощности.
56. Потери мощности в тяговом трансформаторе и питающей сети при несимметричной нагрузке.
57. Способы симметрирования тока и напряжения питающей сети при питании тяговой нагрузки.
58. Несинусоидальность тока и напряжения: электротяга переменного тока нелинейный приёмник электроэнергии, гармоники тока и напряжения в системе тягового электроснабжения, показатели несинусоидальности тока и напряжения.
59. Способы снижения уровня высших гармоник в системе тягового электроснабжения.
60. Принципы выбора параметров системы тягового электроснабжения. Расчетные параметры режима и их назначение. Сравнение вариантов по единовременным и ежегодным расходам.
61. Принципы выбора номинальной мощности трансформатора тяговой подстанции.
62. Износ (старение) изоляции трансформатора.
63. Последовательность расчета мощности трансформатора тяговой подстанции. Нормативы, характеризующие износ изоляции трансформатора.
64. Выбор сечения проводов контактной сети и проверка ее на нагрев.
65. Выбор параметров полупроводниковых преобразователей.
66. Усиление системы тягового электроснабжения. Последовательность усиления.

### **3.4 Перечень типовых заданий к курсовому проекту**

В курсовом проекте параметры системы тягового электроснабжения:

1. Выбор подстанции для основного расчета

2. Выбор оборудования тяговой подстанции

Пример задания курсового проекта: «Выбор параметров системы тягового электроснабжения»

### **3.5 Лабораторные работы**

Лабораторная работа № 1. Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог, выполняемая в рамках практической подготовки

(трудовая функция F/01.6 Выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, F/02.6 Организация выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, G/01.6 Контроль выполнения работ по техническому

обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения)

Составить алгоритмы (тип оборудования выдает преподаватель):

1. Выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения

2. Организация выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения

3. Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения.

Изучить влияния схемы тяговой сети на потери энергии в ней и распределение напряжения

Вопросы для подготовки к защите:

1. От чего зависит величина потери мощности в тяговой сети?

2. Какие схемы питания тяговой сети двухпутного участка имеют наименьшие потери мощности?

3. Как включение ППС влияет на величину потери мощности? С чем это связано?

4. Какие схемы питания тяговой сети двухпутного участка существуют? Сравните их по надежности, техническим и экономическим показателям.

5. В чем состоит назначение постов секционирования и пунктов параллельного соединения?

6. От чего зависит степень уменьшения потерь энергии и напряжения при введении в схему поперечных соединений?

7. При каких условиях двустороннее питание не вызовет улучшения технико-экономических показателей фидерной зоны?

Лабораторная работа № 2. Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети, выполняемая в рамках практической подготовки

(трудовая функция L/01.6 Выполнение работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи)

Составить алгоритм (тип элемента КС выдает преподаватель) «Выполнение работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи».

составление схемы присоединения группы подстанций с трёхфазными трансформаторами к ЛЭП и к тяговой сети по заданной схеме присоединения одной подстанции; составление схемы присоединения группы подстанций с однофазными трансформаторами, соединёнными в открытый треугольник, к ЛЭП и к тяговой сети по заданной схеме присоединения одной подстанции; измерение токов во внешней сети в рассмотренных схемах и определение коэффициента несимметрии; измерение токов во внешней сети при одинаковом включении трансформаторных подстанций с трёхфазными трансформаторами и определение коэффициента несимметрии; измерение токов во внешней сети при одинаковом включении трансформаторных подстанций с однофазными трансформаторами, соединёнными в открытый треугольник, определение коэффициента несимметрии

Вопросы для подготовки к защите:

1. Назовите способы снижения несимметрии токов в питающей сети.

2. Начертите и поясните схему «встречного винта»

3. Коэффициент несимметрии

Лабораторная работа № 3. Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог, выполняемая в рамках практической подготовки

(трудовая функция L/02.6 Организация выполнения работниками работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи)

Составить алгоритм (тип элемента КС выдает преподаватель) «Организация выполнения работниками работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи».

смоделировать вынужденные режимы при отключениях тяговой подстанции и поста секционирования; убедиться в ухудшении технико-экономических показателей в этих режимах.

Вопросы для подготовки к защите:

1. Вынужденный режим работы системы электроснабжения.
2. Примеры вынужденного режима работы СТЭ.
3. Потери мощности в тяговой сети.

Лабораторная работа № 4. Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока, выполняемая в рамках практической подготовки

(М/01.6 Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи)

Составить алгоритм (тип элемента КС выдает преподаватель) «Контроль выполнения работ по техническому обслуживанию, ремонту и монтажу контактной сети и линий электропередачи».

экспериментальное осуществление на физической модели различных способов повышения напряжения на токоприемнике электровозов и их сравнительный анализ.

Вопросы для подготовки к защите:

1. Способы повышения напряжения на токоприемнике электровозов.
2. Допустимые диапазоны изменения напряжения на токоприемнике электровозов.
3. Эффективность мероприятий, выполненных в ходе лабораторной работы, с точки зрения повышения напряжения на токоприёмниках электровозов.

Лабораторная работа № 5. Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.

определение коэффициента несимметрии токов в питающей сети в схемах с трёхфазным трансформатором, с двумя однофазными и с трансформатором Скотта при различных соотношениях нагрузки на плечах подстанции

Вопросы для подготовки к защите:

1. Причины несимметрии токов и напряжений во внешней сети.
2. Типы и схемы соединения трансформаторов тяговых подстанций.
3. Определение коэффициента несимметрии токов.
1. Способы повышения коэффициента мощности.
2. Принцип действия установки поперечной компенсации.
3. Параметры выбора установки поперечной компенсации.

### 3.6 Типовые контрольные задания для 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 «Электроснабжение железных дорог»

Индикатор	Тема в соответствии с РПД/РПП	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых
-----------	-------------------------------	------------------------	---	---------------------

	(с соответствующим номером)			заданий, типы ТЗ
ПК-4.1. Применяет знания устройства, принципа действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, узлов и устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи	Системы и схемы питания нагрузок на электрифицированных участках железных дорог.	Система тягового электроснабжения переменного тока, 1х25 кВ, 2х25кВ, постоянного тока 3 кВ и режимы их работы	Знание	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Система тягового электроснабжения с повышенным симметрирующим эффектом и режимы ее работы	Знание Умение	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Особенности работы систем электроснабжения 2х25	Знание Действие	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
ПК-4.2. Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Электрические параметры тяговой сети. Режим напряжения в тяговой сети.	Электрические параметры тяговой сети.	Знание	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Режим напряжения в тяговой сети.	Знание Умение	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Расчет напряжения на шинах подстанции постоянного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции.	Знание Действие	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
ПК-4.3. Применяет в профессиональной деятельности методы диагностирования параметров оборудования и проведения специальных измерений, порядок и правила технической эксплуатации устройств, а также работает со специализированным программным обеспечением при организации технической эксплуатации устройств и систем тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Расчет мгновенных схем расположения нагрузок и методы расчета системы электроснабжения электрифицированных железных дорог.	Метод равномерного сечения графика	Знание	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Метод характерных сечений графика	Знание Умение	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Метод непрерывного исследования графика движения поездов	Знание Действие	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ

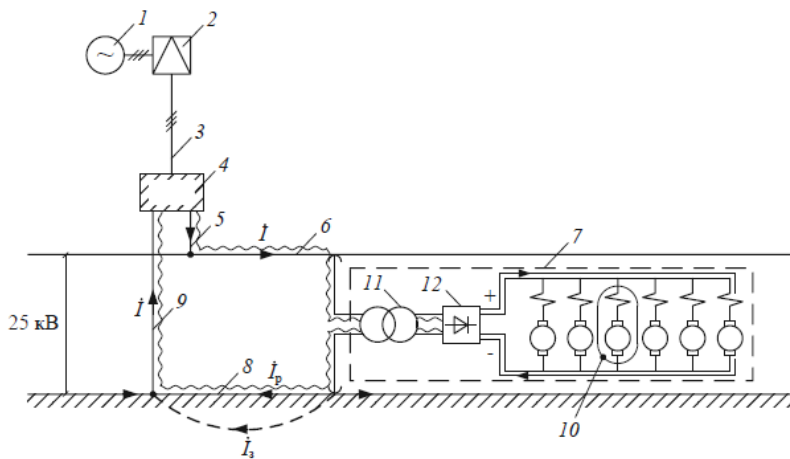
ПК-4.1. Применяет знания устройства, принципа действия, технические характеристики и конструктивные особенности основных элементов, узлов и устройств тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, узлов и устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи	Несимметрия токов и напряжений, возникающая в системе электроснабжения на участках переменного тока. Емкостная компенсация на участках переменного тока.	Основные понятия и определения	Знание	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Продольная и поперечная компенсация	Знание Умение	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Расчет несимметрии токов и напряжений на шинах тяговой подстанции переменного тока и потерь мощности в трансформаторах подстанции	Знание Действие	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
ПК-4.2. Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	Параметры системы электроснабжения электрифицированной железной дороги. Усиление СТЭ.	Основные понятия и определения	Знание	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Параметры СТЭ	Знание Умение	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
		Способы усиления СТЭ	Знание Действие	24 – ОТЗ 24 – ЗТЗ
Итого				360 – ОТЗ 360 – ЗТЗ

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

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

Образец типового варианта итогового теста,  
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. На рисунке представлена



- А Принципиальная схема системы электроснабжения переменного тока 25 кВ  
 Б Принципиальная схема системы электроснабжения постоянного тока  
 В Принципиальная схема системы электроснабжения переменного тока 2х25 кВ

2. Основным потребителем электроэнергии в тяговой сети является \_\_\_\_\_

3. Трехфазная система продольного электроснабжения, в которой от шин 27,5 кВ тяговой подстанции отходят два провода, присоединяемые к разным фазам и подвешиваемые на опорах контактной сети с полевой стороны, а в качестве третьего провода используют рельсы.

- А Система ДПР  
 Б СТЭ 2х25 кВ  
 В ВЛ 10 кВ

4. Ниже представлены особенности системы переменного тока \_\_\_\_ кВ:

На тяговой подстанции устанавливают однофазные трансформаторы с вторичными обмотками напряжением 50 кВ. Среднюю точку этих обмоток подключают к рельсовой цепи, а крайние – одну к контактной подвеске, другую – к специальному питающему проводу. Этот провод подвешивается параллельно к контактной сети, обычно на тех же опорах.

5. График движения задан в неявном виде, без графического изображения

- А Методы расчета по заданным размерам движения  
 Б Методы расчета по заданному графику движения поездов  
 В Методы расчета системы электроснабжения на основе имитационной модели ее работы

6. В процессе работы трансформатор стареет и скорость его старения, точнее, старение изоляции его \_\_\_\_\_, зависит от нагрузки.

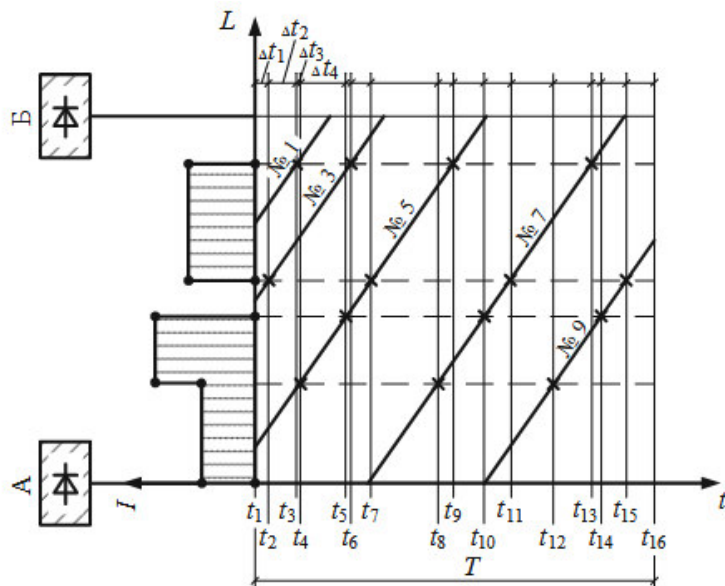
7. В качестве исходных данных во всех методах расчета СТЭ используются

- А график движения поездов  
 Б результаты тяговых расчетов  
 В график движения поездов и результаты тяговых расчетов

8. Для одностороннего питания ток поезда полностью равен току \_\_\_\_\_.

9. На рисунке представлен





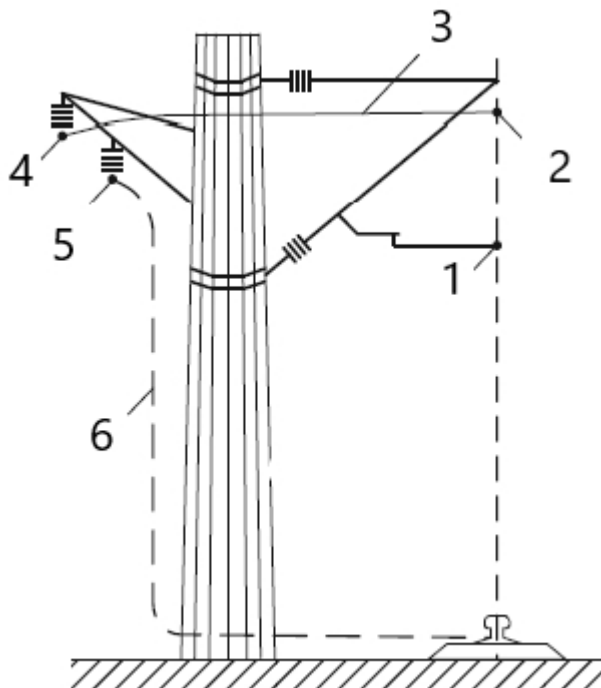
- А метод характерных сечений графика движения  
 Б метод равномерного сечений графика движения  
 В метод непрерывного исследования графика движения

10. Питание контактной сети осуществляется от \_\_\_\_\_ с помощью фидеров КС

11. Уровень напряжения на токоприемнике ЭПС при постоянном токе должен быть не более

- А 4 кВ  
 Б 2,7 кВ  
 В 3,3 кВ

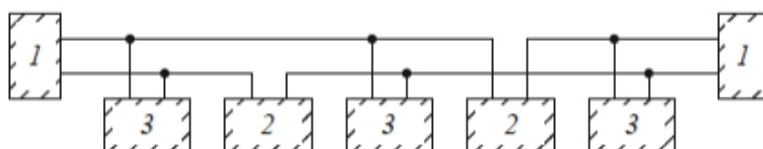
12. Установите соответствие.



А	4	1	усиливающий провод
Б	5	2	экранирующий провод
В	6	3	заземляющий спуск

13. Электрические железные дороги относятся к потребителям \_\_\_\_\_ категории.

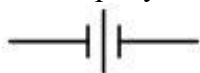
14. На схеме питания тяговых подстанций по двум одноцепным ЛЭП под цифрой 2 представлена.



- А опорная подстанция
- Б транзитная подстанция
- В отпаечная подстанция

15. Питание устройств СЦБ осуществляют по трехфазным трехпроводным линиям напряжением 6 или \_\_\_\_\_ кВ

16. На рисунке показан секционный \_\_\_\_\_



17. Провода контактной сети первого и второго пути в зависимости от принятой схемы питания могут иметь параллельную, узловую или раздельную схему соединения.

- А Верно
- Б Неверно

18. Для двухстороннего питания ток поезда распределяется между фидерами смежных подстанций обратно пропорционально \_\_\_\_\_.

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

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
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы проходит в устной форме при наличии отчета по перечню контрольных вопросов, представленных в разделе 3 данного документа
Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности обучающихся.
Тест	Тестирование проводится по окончании изучения дисциплины и (или) в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структура итогового

	<p>теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.</p> <p>Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена.</p> <p>Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом</p>
--	---

Для организации и проведения промежуточной аттестации в форме экзамена (зачета) 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 к экзамену (зачету) для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к экзамену (зачету) для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к экзамену (зачету) для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

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

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

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета используются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения, владения навыками и (или) опытом деятельности при освоении дисциплины.

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

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

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме 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.

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

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена могут быть использованы результаты тестирования:


Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся набрал при тестировании 60 и более баллов	Обучающийся к экзамену допущен
Обучающийся набрал при тестировании менее 60 баллов	Обучающийся к экзамену не допущен

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем письменных ответов по билетам с дополнением устного собеседования. Экзаменационный билет содержит: три теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену.

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Комплект экзаменационных билетов не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет экзаменационный билет. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа на вопросы и задания экзаменационного билета преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Каждый вопрос (задание) экзаменационного билета оценивается по четырех балльной системе. Итоговая экзаменационная оценка вычисляется как среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос (задание). Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления. Итоговая экзаменационная оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно) выставляется в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку. Итоговая экзаменационная оценка неудовлетворительно выставляется только в экзаменационную ведомость.

#### Образец экзаменационного билета

 20_20_ учебный год	Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Электроснабжение железных дорог» СОД семестр	Утверждаю: Заведующий кафедрой «СОД» КРИЖТ _____
1. Выбор номинальной мощности трансформаторов. Факторы старения изоляции. Допустимые перегрузки. 2. Тяговый расчет. Исходные данные. Результаты расчета. 3. Задача		