

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «30» мая 2025 г. № 51

**Б1.О.48 Системы управления электроподвижного состава**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация/профиль – Электрический транспорт железных дорог

Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения

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

Кафедра-разработчик программы – Транспортное машиностроение

Общая трудоемкость в з.е. – 8  
Часов по учебному плану (УП) – 288

Формы промежуточной аттестации  
очная форма обучения:  
зачет 7 семестр, экзамен 8 семестр, курсовой проект  
8 семестр  
заочная форма обучения:  
зачет 5 курс, экзамен 5 курс, курсовой проект 5 курс

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	8	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51	51	<b>102</b>
– лекции	17	17	<b>34</b>
– практические (семинарские)	17	17	<b>34</b>
– лабораторные	17	17	<b>34</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	57	93	<b>150</b>
<b>Экзамен</b>		36	<b>36</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>180</b>	<b>288</b>

**Заочная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	5	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	24	<b>24</b>
– лекции	8	<b>8</b>
– практические (семинарские)	8	<b>8</b>
– лабораторные	8	<b>8</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	242	<b>242</b>
<b>Зачет</b>	4	<b>4</b>
<b>Экзамен</b>	18	<b>18</b>
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>288</b>

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.  
009B9D93267016946D4792FA33A1E1FAE3 с 22 января 2025 г. по 17 апреля 2026 г. Подпись  
соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, О.В. Мельниченко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Транспортное машиностроение», протокол от «20» мая 2025 г. № 10

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор

О.В. Мельниченко

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	изучение, проектирование и расчёт совокупности устройств предназначенных для изменения режимов работы электроподвижного состава его тяговых, скоростных и тормозных характеристик, принципов работы преобразователей тока и их электромагнитных процессов
2	получение необходимых знаний и навыков самостоятельного анализа условий и показателей работы систем управления электроподвижным составом в режимах тяги и рекуперативного торможения
3	изучение методов решения инженерных задач при проектировании систем управления электроподвижного состава (ЭПС), обобщение опыта эксплуатации ЭПС на электрифицированных железных дорогах и дальнейшему его совершенствованию
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	ознакомить обучающихся с системами управления электроподвижным составом на примере зарубежных и отечественных электровозов с коллекторным и бесколлекторным тяговыми приводами. Изучить современные требования к системам управления ЭПС их достоинства и недостатки
2	овладение проектированием и расчётом совокупности устройств предназначенных для изменения режимов работы электроподвижного состава его тяговых, скоростных и тормозных характеристик, принципов работы преобразователей тока и их электромагнитных процессов в режимах тяги и рекуперативного торможения. Ознакомить с принципом работы силовых цепей и цепей управления ЭПС и с особенностями их работы
3	освоить алгоритмы работы преобразователей ЭПС в режимах тяги и рекуперативного торможения, изучить их достоинства и недостатки, влияние на энергетические показатели ЭПС, а также их влияние на качество энергии в контактной сети
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
<p>Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;</li> <li>– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;</li> <li>– популяризация научных знаний среди обучающихся;</li> <li>– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;</li> <li>– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;</li> <li>– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности</li> </ul>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
<p>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.</p> <p>Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;</li> <li>– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;</li> <li>– формирование психологии профессионала;</li> <li>– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;</li> <li>– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли</li> </ul>	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.43 Тяговые аппараты и электрическое оборудование
2	Б1.О.44 Механическая часть электроподвижного состава
3	Б1.О.45 Тяговые электрические машины
4	Б1.В.ДВ.03.01 Электронная техника и преобразователи электроподвижного состава
5	Б2.О.02(У) Учебная - технологическая практика
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины</b>	

необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.50 Тормозные системы и приборы безопасности электроподвижного состава
2	Б1.О.51 Информационные технологии и системы диагностирования при эксплуатации электроподвижного состава
3	Б1.В.ДВ.04.01 Автоматизированные и микропроцессорные системы управления электроподвижного состава
4	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
5	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен демонстрировать знания и умения в области устройства, эксплуатации, ремонта деталей и узлов электроподвижного состава, проводить анализ особенностей работы и причин отказов в зависимости от режимов и условий эксплуатации, владеть методами испытаний и технической диагностики, а также контролировать количественные и качественные показатели использования электроподвижного состава	ПК-4.4 Демонстрирует знания систем управления электроподвижного состава, характеристик и условий эксплуатации электронных преобразователей для электроподвижного состава, включая методы и средства их диагностирования, технического обслуживания и ремонта, владеет методами анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях тяговых электроприводов, методами расчета и проектирования преобразовательных устройств электроподвижного состава	Знать: теорию работы систем управления ЭПС, особенности конструкции, устройства и эксплуатации, рабочие характеристики, способы и алгоритмы управления оборудованием, обеспечивающее реализацию режимов тяги и рекуперативного торможения; общие принципы проектирования, расчет основных параметров и характеристик ЭПС в различные его режимах работы; принципы и способы управления электроподвижным составом с использованием современных технологий, оборудования и передового опыта
		Уметь: выполнять проектные расчеты и конструкторские разработки построения систем управления ЭПС, расчет их характеристик для режимов тяги и рекуперативного торможения; организовывать рациональную эксплуатацию ЭПС в различных режимах работы при использовании современных технологий и способов управления, использовать передовой опыт в управлении современным ЭПС; давать обоснованные заключения об уровне эффективности и работоспособности систем управления ЭПС, анализировать влияния работы систем управления ЭПС на потребление электрической энергии из тяговой сети
		Владеть: навыками проектирования систем управления и электрической части ЭПС, расчетом и построением его тяговых, нагрузочных, скоростных и тормозных характеристик, принципами и алгоритмами работы преобразователей тока, методами анализа их электромагнитных процессов в режимах тяги и рекуперативного торможения, в том числе и аварийных, способами защиты электрооборудования, способами повышения надежности и работоспособности систем управления ЭПС применительно к реальным условиям их эксплуатации

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
1.0	<b>Раздел 1. Общие сведения.</b>											
1.1	Тема 1. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС. Системы управления. Условия эксплуатации	7	2			6	5/уст.	1			8	ПК-4.4



#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
3.1	Тема 6. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора	7	2			3	5/уст.				8	ПК-4.4
3.2	Тема 7. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	7	2			3	5/уст.	1			6	ПК-4.4
3.3	Тема 8. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения	7		2		2	5/уст.				10	ПК-4.4
3.4	Тема 9. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза	7		2		1	5/уст.				4	ПК-4.4
3.5	Тема 10. Расчёт скоростных и тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения	7		2		1	5/уст.				4	ПК-4.4
3.6	Тема 11. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах	7	3			2	5/уст.	1			6	ПК-4.4

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы			Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб		СР	Лек	Пр		Лаб	СР
	тяги и рекуперативного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза											
3.7	Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения	7		2/2		2	5/уст.				4	ПК-4.4
3.8	Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения	7		2/2		1	5/уст.				4	ПК-4.4
3.9	Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристоров. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения	7		4/2		1	5/уст.		2/2		10	ПК-4.4
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Электровозы с асинхронным тяговым приводом.</b>											
4.1	Тема 15. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями	7	2			4	5/уст.	1			6	ПК-4.4
4.2	Тема 16. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей	7		1		4	5/уст.				8	ПК-4.4
	Форма промежуточной аттестации – зачет	7					5/зимняя			4		ПК-4.4
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для ступенчатого регулирования напряжения.</b>											
5.1	Тема 17. Проектирование	8	2			3	5/зимняя	1			6	ПК-4.4

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и реостатного торможения											
5.2	Тема 18. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки	8	4		4	5/зимняя				6	ПК-4.4	
5.3	Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях	8		4/2	5	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4	
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для плавного регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях.</b>											
6.1	Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения	8	4		2	5/зимняя	1	1/1		6	ПК-4.4	
6.2	Тема 20. Выбор параметров и расчет характеристик тяговых двигателей электровоза при номинальном	8		4	4	5/зимняя		1/1		4	ПК-4.4	

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	напряжении и ослаблении возбуждения. Построение пусковой диаграммы и ограничения характеристик тягового двигателя электровоза											
6.3	Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях	8		4/2	4	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4	
6.4	Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД	8		5	2	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4	
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Особенности работы выпрямительно-инверторных преобразователей ЭПС однофазного постоянного тока. Коэффициент мощности электровоза.</b>											
7.1	Тема 21. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	8	2		3	5/зимняя	1			8	ПК-4.4	
7.2	Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги	8		4/3	4	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4	
7.3	Тема 22. Электромагнитные процессы работы	8	2		3	5/зимняя				10	ПК-4.4	

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)											
7.4	Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения	8		4/3	4	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4	
7.5	Тема 23. Расчет нагрузочной характеристики тягового двигателя электровоза. Обоснование выбора принципов регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза переменного тока. Расчет основных параметров тягового трансформатора электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях	8		4	1	5/зимняя		1/1			ПК-4.4	
7.6	Тема 24. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора $X_t$ и цепи выпрямленного тока $X_d$ на	8	2		6	5/зимняя				8	ПК-4.4	

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции		
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР
	характеристики выпрямителя и инвертора электровоза. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза											
7.7	Тема 25. Расчет основных параметров резисторов ослабления поля тягового двигателя. Выбор и расчёт параметров основного электрооборудования и аппаратов электровоза переменного тока. Расчет и построение внешних характеристик преобразовательной установки электровоза переменного тока	8		4		1	5/зимняя		1/1			ПК-4.4
7.8	Тема 26. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза. Коэффициент пульсации выпрямленного тока	8	3			1	5/зимняя				8	ПК-4.4
7.9	Тема 27. Компонировка силовой схемы электровоза. Расчет и построение скоростных, тяговых и тормозных характеристик электровоза с плавным	8				15	5/зимняя		2			ПК-4.4

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции			
		Семестр	Часы				Курс	Часы					
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр		Лаб	СР	
	регулированием напряжения												
7.10	Тема 28. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов. Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза	8	1	1		1	5/зимняя					8	ПК-4.4
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Электровозы двойного питания с асинхронным тяговым приводом.</b>												
8.1	Тема 29. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом. Принципы компоновки силового оборудования	8	1			6	5/зимняя					8	ПК-4.4
8.2	Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	8				5	5	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4
8.3	Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	8				4	4	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4
8.4	Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения	8				4	4	5/зимняя			1/1	6	ПК-4.4
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	8	36				5/летняя	18				ПК-4.4	
	Курсовой проект	8				30	5/летняя					28	ПК-4.4
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		34	34	34	150		8	8	8		242	

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

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

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

#### 6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Тихменев, Б. Н. Электровозы переменного тока с тиристорными преобразователями / Б. Н. Тихменев. М. : Транспорт, 1988. - 311с.	23
6.1.1.2	Плакс, А. В. Системы управления электрическим подвижным составом : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. В. Плакс. М. : Маршрут, 2005. - 357с.	35
6.1.1.3	Тихменев, Б. Н. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Теория работы электрооборудования. Электрические схемы и аппараты : Учебник - 4-е изд., перераб. и доп. / Б. Н. Тихменев, Л. М. Трахтман. М. : Транспорт, 1980. - 471с.	41

#### 6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Жуликов, В. Н. Электроподвижной состав с электрическим торможением : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. Н. Жуликов [и др.]. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2008. - 411с.	45
6.1.2.2	Тушканов, Б. А. Электровоз ВЛ85 : рук. по эксплуатации / Б. А. Тушканов [и др.]. М. : Транспорт, 1995. - 480с.	90
6.1.2.3	Васько, Н. М. Электровоз ВЛ 80с : рук. по эксплуатации - Изд. 2-е, перераб. и доп. / Н. М. Васько [и др.]. М. : Транспорт, 1990. - 454с.	66

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

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Мельниченко, О.В. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.48 Системы управления электроподвижного состава по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, специализация Электрический транспорт железных дорог / О. В. Мельниченко; ИрГУПС. – Иркутск: ИрГУПС, 2025. – 23 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_66899_1410_2025_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_66899_1410_2025_1_signed.pdf</a>	Онлайн

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

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

#### 6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

##### 6.3.1 Базовое программное обеспечение

##### 6.3.2 Специализированное программное обеспечение

6.3.2.1	Не предусмотрено
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Не предусмотрены
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	Не предусмотрены

## 7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
---	--

2	Лаборатория В-114 «Тяговые аппараты и электрическое оборудование. Системы управления электроподвижным составом», «Тренажер электровоза ВЛ85» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, лабораторные стенды для испытаний двигателей постоянного тока методом взаимной нагрузки; лабораторный стенд для исследования способов защиты ТЭМ (токовая, тепловая)
3	Учебная аудитория Мини-депо ИрГУПС Е-00 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, препарированный тяговый электродвигатель НБ-514, установленный в тележке электровоза ВЛ85; тяговый двигатель НБ-514, установленный в тележке электровоза ВЛ85; тяговые двигатели РТ- 51Д электропоезда ЭР9П, установленные в тележке моторного вагона; тяговые двигатели РТ-51Д, установленные на постаментах; траверса тягового электродвигателя НБ418К6 с комплектом щеткодержателей и электрощёток; якорь тягового двигателя НБ-418К6, установленный на стенде для сушки изоляции
4	Учебная аудитория Г-313 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
5	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекции – вид аудиторных учебных занятий, который закладывает основы научных знаний в систематизированной последовательной обобщенной форме. Лекция раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки (техники), концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах дисциплины, стимулирует познавательную активность обучающихся. На лекционных занятиях обучающиеся знакомятся со структурой дисциплины, ключевыми материалами программы курса, современными подходами и проблемами в области изучаемой дисциплины.</p> <p>Цель лекционных занятий – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом дисциплины.</p> <p>Задачи лекционных занятий заключаются в обеспечении формирования системы знаний по дисциплине, в умении аргументировано излагать научный материал, в формировании профессионального кругозора и общей культуры, в отражении еще не получивших освещения в учебной литературе новых достижений науки, в оптимизации других форм организации учебного процесса. Важной задачей лекционных занятий является развитие у обучающихся навыков самостоятельной работы с научной и учебно-методической литературой.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки, формулы и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем.</p> <p>Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так</p>

	<p>и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения.</p> <p>В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
<p>Практическое занятие</p>	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины. Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия.</p> <p>Практическая подготовка, включаемая в практические занятия, предполагает выполнение обучающимся отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>Лабораторные занятия – вид аудиторных учебных занятий, при реализации которых обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько лабораторных работ. В рамках лабораторных занятий осуществляется эксперимент, с применением методов, освоенных на лекциях, направленный на успешное освоение учебной программы. На лабораторном занятии проводится текущий контроль, позволяющий 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.</p> <p>Цели лабораторных работ – экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений; экспериментальная проверка формул, расчетов; ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований.</p> <p>В задачи лабораторных занятий входит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способствовать осуществлению связи теории с практикой;</li> <li>– знакомить обучающихся с устройством и принципом действия приборов, установок и других технических средств, которые применяются в науке, на производстве и в других областях практической деятельности, а также прививать навыки пользования современной техникой;</li> <li>– обучать методам научных экспериментальных исследований, способам измерения величин и приемам обработки экспериментальных данных;</li> <li>– приобретать навыки научно-исследовательской работы, развивать самостоятельность в формировании умений и усвоении знаний, постановке опытов, активизировать творческую деятельность обучающихся.</li> </ul> <p>Лабораторное занятие имеет следующую структуру:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– начальный этап: допуск к занятию, в ходе которого преподаватель проверяет готовность обучающихся к выполнению лабораторных работ (знание теоретического материала, знание инструкции по выполнению лабораторной работы);</li> <li>– проведение обучающимися сбора экспериментальных данных;</li> <li>– обработка экспериментальных данных, оформление отчетов;</li> <li>– сдача и защита преподавателю отчетов по лабораторным работам может произойти на следующем занятии.</li> </ul> <p>Теоретическая подготовка к лабораторным работам должна проводиться во внеаудиторное время до лабораторного занятия. Она заключается в проработке инструкции по выполнению работы с уяснением цели ее выполнения, с пониманием сущности изучаемого явления и теоретических основ предстоящего эксперимента, в методике его постановки.</p>

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

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

## 1. Общие положения

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

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

Задачами ФОС являются:

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

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

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

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

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

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

Дисциплина «Системы управления электроподвижного состава» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен демонстрировать знания и умения в области устройства, эксплуатации, ремонта деталей и узлов электроподвижного состава, проводить анализ особенностей работы и причин отказов в зависимости от режимов и условий эксплуатации, владеть методами испытаний и технической диагностики, а также контролировать количественные и качественные показатели использования электроподвижного состава

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

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>7 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Общие сведения</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС. Системы управления. Условия эксплуатации систем управления ЭПС, требования безопасности движения, обслуживания, охраны труда и экологические аспекты. Классификация ЭПС: по роду тока в контактной сети; по тяговым двигателям; по типам преобразователей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Электровозы постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 2. Способы управления тяговыми электродвигателями постоянного тока. Принцип регулирования скорости и силы тяги электровоза. Способы перегруппировки тяговых двигателей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 3. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме тяги	ПК-4.4	Конспект (письменно)
2.3	Текущий контроль	Тема 4. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
2.4	Текущий контроль	Тема 5. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Электровозы однофазно-постоянного тока со статическими преобразователями и коллекторным тяговым приводом</b>			

3.1	Текущий контроль	Тема 6. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 7. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тема 8. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Тема 9. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.5	Текущий контроль	Тема 10. Расчёт скоростных и тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.6	Текущий контроль	Тема 11. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.7	Текущий контроль	Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)
3.8	Текущий контроль	Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)
3.9	Текущий контроль	Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристорov. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)

<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Электровозы с асинхронным тяговым приводом</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 15. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями	ПК-4.4	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Тема 16. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Общие сведения. Раздел 2. Электровозы постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Раздел 3. Электровозы однофазно-постоянного тока со статическими преобразователями и коллекторным тяговым приводом. Раздел 4. Электровозы с асинхронным тяговым приводом.	ПК-4.4	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>8 семестр</b>				
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для ступенчатого регулирования напряжения</b>			
5.1	Текущий контроль	Тема 17. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и реостатного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
5.2	Текущий контроль	Тема 18. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки	ПК-4.4	Конспект (письменно)
5.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для плавного регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях</b>			
6.1	Текущий контроль	Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
6.2	Текущий контроль	Тема 20. Выбор параметров и расчет характеристик тяговых двигателей электровоза при номинальном напряжении и	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно)

		ослаблении возбуждения. Построение пусковой диаграммы и ограничения характеристик тягового двигателя электровоза		
6.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
6.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Особенности работы выпрямительно-инверторных преобразователей ЭПС однофазно-постоянного тока. Коэффициент мощности электровоза</b>			
7.1	Текущий контроль	Тема 21. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.3	Текущий контроль	Тема 22. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.5	Текущий контроль	Тема 23. Расчет нагрузочной характеристики тягового двигателя электровоза. Обоснование выбора принципов регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза переменного тока. Расчет	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно)

		основных параметров тягового трансформатора электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях		
7.6	Текущий контроль	Тема 24. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора $X_T$ и цепи выпрямленного тока $X_d$ на характеристики выпрямителя и инвертора электровоза. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.7	Текущий контроль	Тема 25. Расчет основных параметров резисторов ослабления поля тягового двигателя. Выбор и расчёт параметров основного электрооборудования и аппаратов электровоза переменного тока. Расчет и построение внешних характеристик преобразовательной установки электровоза переменного тока	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно)
7.8	Текущий контроль	Тема 26. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза. Коэффициент пульсации выпрямленного тока	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.9	Текущий контроль	Тема 27. Компоновка силовой схемы электровоза. Расчет и построение скоростных, тяговых и тормозных характеристик электровоза с плавным регулированием напряжения	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно)
7.10	Текущий контроль	Тема 28. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов. Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Электровозы двойного питания с асинхронным тяговым приводом</b>			

8.1	Текущий контроль	Тема 29. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом. Принципы компоновки силового оборудования	ПК-4.4	Конспект (письменно)
8.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно)
8.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно)
8.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Все разделы	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно) Курсовой проект (устно)
	Промежуточная аттестация	Все разделы	ПК-4.4	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>5 курс, сессия установочная</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Общие сведения.</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС. Системы управления. Условия эксплуатации систем управления ЭПС, требования безопасности движения, обслуживания, охраны труда и экологические аспекты. Классификация ЭПС: по роду тока в контактной сети; по тяговым двигателям; по типам преобразователей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Электровозы постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями.</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 2. Способы управления тяговыми электродвигателями постоянного тока. Принцип регулирования скорости и силы тяги электровоза. Способы перегруппировки тяговых двигателей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
2.2	Текущий контроль	Тема 3. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме тяги	ПК-4.4	Конспект (письменно)

2.3	Текущий контроль	Тема 4. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
2.4	Текущий контроль	Тема 5. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Электровозы однофазно-постоянного тока со статическими преобразователями и коллекторным тяговым приводом.</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 6. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.2	Текущий контроль	Тема 7. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.3	Текущий контроль	Тема 8. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.4	Текущий контроль	Тема 9. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.5	Текущий контроль	Тема 10. Расчёт скоростных и тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.6	Текущий контроль	Тема 11. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.7	Текущий контроль	Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в	ПК-4.4	Конспект (письменно)

		режимах тяги и рекуперативного торможения		
3.8	Текущий контроль	Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
3.9	Текущий контроль	Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристорov. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)
<b>4.0</b>	<b>Раздел 4. Электровозы с асинхронным тяговым приводом.</b>			
4.1	Текущий контроль	Тема 15. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями	ПК-4.4	Конспект (письменно)
4.2	Текущий контроль	Тема 16. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>5 курс, сессия зимняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Общие сведения. Раздел 2. Электровозы постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями. Раздел 3. Электровозы однофазно-постоянного тока со статическими преобразователями и коллекторным тяговым приводом. Раздел 4. Электровозы с асинхронным тяговым приводом.	ПК-4.4	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)
<b>5 курс, сессия зимняя</b>				
<b>5.0</b>	<b>Раздел 5. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для ступенчатого регулирования напряжения.</b>			
5.1	Текущий контроль	Тема 17. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и реостатного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно)
5.2	Текущий контроль	Тема 18. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки	ПК-4.4	Конспект (письменно)
5.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**:

		коллекторных тяговых двигателей		Ситуационная задача (письменно)
<b>6.0</b>	<b>Раздел 6. Проектирование силовых цепей ЭПС, их отдельных узлов и цепей управления для плавного регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях.</b>			
6.1	Текущий контроль	Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Конспект (письменно) В рамках ПП**: Доклад (устно)
6.2	Текущий контроль	Тема 20. Выбор параметров и расчет характеристик тяговых двигателей электровоза при номинальном напряжении и ослаблении возбуждения. Построение пусковой диаграммы и ограничения характеристик тягового двигателя электровоза	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
6.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
6.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
<b>7.0</b>	<b>Раздел 7. Особенности работы выпрямительно-инверторных преобразователей ЭПС однофазно-постоянного тока. Коэффициент мощности электровоза.</b>			
7.1	Текущий контроль	Тема 21. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.3	Текущий контроль	Тема 22. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	ПК-4.4	Конспект (письменно)

7.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.5	Текущий контроль	Тема 23. Расчет нагрузочной характеристики тягового двигателя электровоза. Обоснование выбора принципов регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза переменного тока. Расчет основных параметров тягового трансформатора электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.6	Текущий контроль	Тема 24. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора $X_T$ и цепи выпрямленного тока $X_d$ на характеристики выпрямителя и инвертора электровоза. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.7	Текущий контроль	Тема 25. Расчет основных параметров резисторов ослабления поля тягового двигателя. Выбор и расчёт параметров основного электрооборудования и аппаратов электровоза переменного тока. Расчет и построение внешних характеристик преобразовательной установки электровоза переменного тока	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
7.8	Текущий контроль	Тема 26. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза. Коэффициент пульсации выпрямленного тока	ПК-4.4	Конспект (письменно)
7.9	Текущий контроль	Тема 27. Компоновка силовой схемы электровоза. Расчет и построение скоростных,	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно)

		тяговых и тормозных характеристик электровоза с плавным регулированием напряжения		
7.10	Текущий контроль	Тема 28. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов. Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза	ПК-4.4	Конспект (письменно)
<b>8.0</b>	<b>Раздел 8. Электровозы двойного питания с асинхронным тяговым приводом.</b>			
8.1	Текущий контроль	Тема 29. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом. Принципы компоновки силового оборудования	ПК-4.4	Конспект (письменно)
8.2	Текущий контроль	Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
8.3	Текущий контроль	Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
8.4	Текущий контроль	Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения	ПК-4.4	Лабораторная работа (письменно/устно) В рамках ПП**: Ситуационная задача (письменно)
<b>5 курс, сессия летняя</b>				
	Промежуточная аттестация	Все разделы	ПК-4.4	Курсовой проект (письменно) Курсовой проект (устно)
	Промежуточная аттестация	Все разделы		Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

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

\*\*ПП – практическая подготовка

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

#### **Описание шкал оценивания**

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

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки.

Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

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

#### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Ситуационная задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, а также отдельных компетенций (в рамках дисциплины)	Типовое задание для решения ситуационной задачи
2	Доклад	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы докладов
3	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
4	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

#### Промежуточная аттестация

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

			экзаменационного билета) к экзамену
4	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
5	Курсовой проект	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсового проекта и примерный перечень вопросов для его защиты

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

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

## Тест – промежуточная аттестация в форме зачета и экзамена

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

## Курсовой проект

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсового проекта и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсового проекта полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсового проекта логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсового проекта и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсового проекта частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсового проекта обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсового проекта в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсового проекта. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсового проекта обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовой проект не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсового проекта

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

### Ситуационная задача

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся излагает материал логично, грамотно, без ошибок; свободное владеет профессиональной терминологией; умеет высказывать и обосновать свои суждения; дает четкий, полный,

		правильный ответ на теоретические вопросы; организует связь теории с практикой
«хорошо»		Обучающийся грамотно излагает материал; ориентируется в материале; владеет профессиональной терминологией; осознанно применяет теоретические знания для решения кейса, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности. Ответ обучающегося правильный, полный, с незначительными неточностями или недостаточно полный
«удовлетворительно»		Обучающийся излагает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения кейса, не может доказательно обосновать свои суждения; обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	У обучающегося отсутствуют необходимые теоретические знания; допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл, не решен кейс. В ответе обучающийся проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении, не может применять знания для решения кейса

### Доклад

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»		Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash–презентация, видео-презентация и др.) Использованы дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)
«хорошо»	«зачтено»	Доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация PowerPoint, Flash–презентация, видео-презентация и др.) Содержание доклада включает в себя информацию из основных источников (методическое пособие), дополнительные источники информации не использовались. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Структура доклада сохранена (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры)
«удовлетворительно»		Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией только из методического пособия. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Отсутствуют выводы и примеры. Оригинальность выполнения низкая
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий и других наглядных материалов. Содержание ограничено информацией только из методического пособия. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль доклада не передана

### Конспект

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями

«удовлетворительно»		<p>Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.</p> <p>Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно</p>
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	<p>Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок.</p> <p>Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно</p>

### Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»		<p>Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.</p> <p>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме</p>
«хорошо»	«зачтено»	<p>Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)</p>
«удовлетворительно»		<p>Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами</p>
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	<p>Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.</p> <p>Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.</p> <p>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки</p>

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

#### **3.1 Типовые контрольные задания для решения ситуационной задачи**

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения ситуационных задач.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях»

Изобразить протекание тока в силовой цепи электровоза серии ВЛ80С на 5 ходовой позиции в отрицательном полупериоде. Пояснить работу главного контроллера на заданной ходовой позиции.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Тема 20. Выбор параметров и расчет характеристик тяговых двигателей электровоза при номинальном напряжении и ослаблении возбуждения. Построение пусковой диаграммы и ограничения характеристик тягового двигателя электровоза»

Необходимо рассчитать и построить характеристики тягового двигателя электровоза при номинальном напряжении. В качестве двигателя-образца предлагается использовать тяговый электродвигатель НБ-514, устанавливаемый на электровозах серии ВЛ85.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях»

Изобразить протекание тока в силовой цепи электровоза серии ВЛ85 на 3 зоне регулирования выпрямленного напряжения в положительном полупериоде. Пояснить работу выпрямительно-инверторного преобразователя на заданной зоне регулирования.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД»

Изобразите протекание тока в силовой цепи электровоза серии ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги при независимом возбуждении ТЭД в тяговом режиме. Поясните последовательность выполнения операций блоками МСУД при установлении скорости и тока ТЭД посредством КМЭ в заданном режиме работы электровоза.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги»

Рассказать работу алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя на 2 зоне регулирования выпрямленного напряжения в режиме тяги с построением принципиальной схемы замещения выпрямительно-инверторного преобразователя и диаграммы электромагнитных процессов.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения»

Рассказать работу алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя на 4 зоне регулирования выпрямленного напряжения в режиме рекуперативного торможения

с построением принципиальной схемы замещения выпрямительно-инверторного преобразователя и диаграммы электромагнитных процессов.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Тема 23. Расчет нагрузочной характеристики тягового двигателя электровоза. Обоснование выбора принципов регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза переменного тока. Расчет основных параметров тягового трансформатора электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях»  
Рассчитать основные параметры тягового трансформатора электровоза серии 2ЭС5К.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Тема 25. Расчет основных параметров резисторов ослабления поля тягового двигателя. Выбор и расчёт параметров основного электрооборудования и аппаратов электровоза переменного тока. Расчет и построение внешних характеристик преобразовательной установки электровоза переменного тока»  
Произвести расчёт внешних характеристик преобразовательной установки электровоза серии ЭП1 применительно к одному тяговому электродвигателю.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом»  
Изобразите протекание тока в силовой цепи электровоза двойного питания ЭП20 при питании от контактной сети переменного тока и при питании от контактной сети постоянного тока, также поясните при помощи какого оборудования и каким образом при этом осуществляется регулирование величины подводимого напряжения к тяговому двигателю и скорости вращения его ротора.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом»  
Изобразите протекание тока по статорным обмоткам тягового двигателя задавшись произвольными значениями кратности опорного сигнала и амплитуды модулирующего сигнала системы управления автономным инвертором напряжения, поясните при этом алгоритм его работы и напишите формулы для определения кратности, глубины, коэффициента заполнения и скважности модуляции.

Образец типового варианта ситуационной задачи

«Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения»  
Изобразите временную диаграмму работы четырёхквadrантного тягового преобразователя по алгоритму синусоидальной биполярной широтно-импульсной модуляции с треугольным опорным сигналом в режиме тяги и рекуперативного торможения, включающую в себя сигналы, необходимые для определения моментов работы плеч, формы тока и напряжения во вторичной обмотке тягового трансформатора и на входе звена постоянного тока, а также форму тока в первичной обмотке при параллельной работе 2-х, 4-х и 6-ти четырёхквadrантных тяговых преобразователей.

### 3.2 Типовые контрольные темы для написания докладов

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

Ниже приведен образец типовых вариантов тем для написания докладов.

Образец тем докладов

«Тема 5. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Регулирование скорости движения электровоза серии ВЛ15С с помощью пусковых реостатов.
2. Регулирование скорости движения электровоза серии ВЛ15С с помощью ослабления возбуждения тяговых двигателей.
3. Группировка тяговых двигателей электровоза серии ВЛ15С и их роль в регулировании скорости движения.
4. Аппараты защиты силовой схемы электровоза серии ВЛ15С.
5. Тиристорные и вращающиеся преобразователи, их работа в силовой схеме электровоза серии ВЛ15С в режиме рекуперативного торможения.

#### Образец тем докладов

«Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Описание работы силовой схемы электровоза серии 2ЭС5К в режиме тяги.
2. Описание работы силовой схемы электровоза серии 2ЭС5К в режиме рекуперативного торможения.
3. Аппараты защиты силовой схемы электровоза серии 2ЭС5К.
4. Особенности регулирования скорости движения электровоза серии 2ЭС5К с помощью резисторов ослабления возбуждения и роль шунтирующего тиристора в системе ослабления возбуждения.
5. Работа противобоксовочной системы на электровозе серии ВЛ85 с учётом цепей управления.

#### Образец тем докладов

«Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения»

1. Устойчивость статического равновесия, определяемая по наклонам статических характеристик в тяговом и генераторном режимах.
2. Особенности регулирования скорости движения электровоза с помощью выпрямительной установки возбуждения и выпрямительно-инверторного преобразователя.
3. Принятые ограничения на тормозной характеристике электровоза.
4. Принцип управления инвертором по законам  $\beta = \text{const}$  и  $\delta = \text{const}$ .
5. Условие обеспечения инвертирования электровозом электрической энергии в контактную сеть.

#### Образец тем докладов

«Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристорov. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Алгоритм работы выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза серии 2ЭС5К в режиме тяги на первой зоне регулирования.
2. Алгоритм работы выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза серии 2ЭС5К в режиме тяги на высших зонах регулирования.
3. Алгоритм работы выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза серии 2ЭС5К в режиме рекуперативного торможения на первой зоне регулирования.
4. Алгоритм работы выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза серии 2ЭС5К в режиме рекуперативного торможения на высших зонах регулирования.
5. Алгоритм работы выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза серии 2ЭС5К с девятым разрядным плечом в режиме тяги на первой зоне регулирования.

#### Образец тем докладов

«Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Особенности конструкции и технические требования, предъявляемые к силовому оборудованию ЭПС;
2. Аппараты прямой защиты силовой схемы электровоза серии 2ЭС5К.
3. Аппараты косвенной защиты силовой схемы электровоза серии 2ЭС5К.
4. Расчёт тягового трансформатора ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях.
5. Внешняя характеристика ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях.

### 3.3 Типовые контрольные задания для написания конспекта

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

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

#### Образец тем конспектов

«Тема 1. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС. Системы управления. Условия эксплуатации систем управления ЭПС, требования безопасности движения, обслуживания, охраны труда и экологические аспекты. Классификация ЭПС: по роду тока в контактной сети; по тяговым двигателям; по типам преобразователей»

1. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС;
2. Системы управления. Условия эксплуатации систем управления ЭПС, требования безопасности движения, обслуживания, охраны труда и экологические аспекты;
3. Классификация ЭПС: по роду тока в контактной сети; по тяговым двигателям; по типам преобразователей.

#### Образец тем конспектов

«Тема 2. Способы управления тяговыми электродвигателями постоянного тока. Принцип регулирования скорости и силы тяги электровоза. Способы перегруппировки тяговых двигателей»

1. Способы управления тяговыми электродвигателями постоянного тока;
2. Принцип регулирования скорости и силы тяги электровоза;
3. Способы перегруппировки тяговых двигателей.

#### Образец тем конспектов

«Тема 3. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме тяги»

1. Условия плавного реостатного пуска;
2. Расчёт ступеней пускового резистора при одной и нескольких группировках тяговых электродвигателей;
3. Маневровые и дополнительные ступени;
4. Системы управления возбуждением тяговых электродвигателей;
5. Принципы автоматического пуска.

#### Образец тем конспектов

«Тема 4. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме рекуперативного торможения»

1. Схема рекуперативного торможения со стабилизирующим резистором;
2. Схема рекуперативного торможения с противозбуждением возбуждателя;
3. Схема рекуперативного торможения с циклической стабилизацией;

#### 4. Характеристики рекуперативного торможения.

##### Образец тем конспектов

«Тема 5. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения;
2. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения.

##### Образец тем конспектов

«Тема 6. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора»

1. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях;
2. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора;
3. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора.

##### Образец тем конспектов

«Тема 7. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза»

1. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения;
2. Системы защиты силовых цепей электровоза.

##### Образец тем конспектов

«Тема 8. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения»

1. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режиме тяги;
2. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режиме реостатного торможения.

##### Образец тем конспектов

«Тема 9. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза»

1. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза;
2. Упрощённая схема регулирования напряжения.

##### Образец тем конспектов

«Тема 10. Расчёт скоростных и тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения»

1. Расчёт скоростных характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения;
2. Расчёт тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения.

Образец тем конспектов

«Тема 11. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза»

1. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режиме тяги;
2. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режиме рекуперативного торможения;
3. Системы защиты силовых цепей электровоза.

Образец тем конспектов

«Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режиме тяги;
2. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режиме рекуперативного торможения.

Образец тем конспектов

«Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения»

1. Направление токов и ЭДС в режиме рекуперативного торможения;
2. Условие отпирания тиристорov инвертора;
3. Направление токов и ЭДС в режиме опрокидывания инвертора;
4. Внешние характеристики инвертора.

Образец тем конспектов

«Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристорov. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристорov;
2. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения.

Образец тем конспектов

«Тема 15. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями»

1. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом;
2. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями.

Образец тем конспектов

«Тема 16. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей»

1. Основные показатели асинхронных тяговых двигателей;
2. Основные показатели коллекторных тяговых двигателей;
3. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей.

Образец тем конспектов

«Тема 17. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и реостатного торможения»

1. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режиме

тяги;

2. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режиме реостатного торможения.

#### Образец тем конспектов

«Тема 18. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки»

1. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях;
2. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки.

#### Образец тем конспектов

«Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения»

1. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режиме тяги;
2. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режиме рекуперативного торможения.

#### Образец тем конспектов

«Тема 21. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)»

1. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги;
2. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения).

#### Образец тем конспектов

«Тема 22. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)»

1. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения;
2. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора;
3. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения).

#### Образец тем конспектов

«Тема 24. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора  $X_T$  и цепи выпрямленного тока  $X_d$  на характеристики выпрямителя и инвертора электровоза. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза»

1. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора  $X_T$  и цепи выпрямленного тока  $X_d$  на характеристики выпрямителя и инвертора электровоза;
2. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики;
3. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза.

#### Образец тем конспектов

«Тема 26. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза.

Коэффициент пульсации выпрямленного тока»

1. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя;
2. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя;
3. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения;
4. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов;
5. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза. Коэффициент пульсации выпрямленного тока.

#### Образец тем конспектов

«Тема 28. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов.

Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза»

1. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов;
2. Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза.

#### Образец тем конспектов

«Тема 29. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом. Принципы компоновки силового оборудования»

1. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом;
2. Принципы компоновки силового оборудования электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом.

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

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

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

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

«Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание аппаратов и оборудования силовой цепи электровоза (название, тип, назначение, обозначение, уставка);
2. Пуск и регулирование скорости в тяговом режиме;
3. Описание работы схемы силовой цепи при встречном и согласном соединении обмоток тягового трансформатора (рассмотреть в оба полупериода направление ЭДС трансформатора);
4. Описание силовой схемы в режиме реостатного торможения;
5. Защита силовых и вспомогательных цепей (таблично).

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что относится к цепям высокого напряжения электровоза ступенчатого регулирования

напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

2. Что относится к цепям выпрямленного тока электровоза?

3. Устройства для реализации реостатного торможения применяемые на электровозе ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

4. Устройства для реализации ступенчатого регулирования выпрямленного напряжения?

5. Что относится к цепям защиты электровоза ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

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

«Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание аппаратов и оборудования силовой цепи электровоза (название, тип, назначение, обозначение, уставка);

2. Пуск и регулирование скорости в тяговом режиме;

3. Описание силовой схемы в режиме рекуперативного торможения;

4. Защита силовых и вспомогательных цепей (таблично).

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Что относится к цепям высокого напряжения электровоза с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

2. Что относится к цепям выпрямленного тока электровоза с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

3. Устройства для реализации рекуперативного торможения применяемые на электровозе с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

4. Устройства для реализации плавного регулирования выпрямленного напряжения?

5. Что относится к цепям защиты электровоза с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях?

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

«Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание структурной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД;

2. Описание блоков, входящих в состав МСУД.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Перечислите основные блоки МСУД с описанием их назначения?

2. Перечислите входящие и исходящие сигналы блока БВС-056?

3. Какие функции выполняет блок БМК?

4. Назовите типы и назначения датчиков силовой цепи электровоза?

5. Поясните последовательность работы блоков МСУД при задании скорости и тока ТЭД посредством КМЭ?

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

«Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание работы алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза в режиме тяги;

2. Построение упрощённой силовой схемы и цепей электроники работы электровоза в режиме тяги;

3. Построение электромагнитных процессов 1, 2, 3 и 4-ой зон регулирования напряжения в режиме тяги;

4. Описание работы алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя по зонам регулирования напряжения электровоза в режиме тяги.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Напишите алгоритм управления выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза в режиме тяги.

2. Изобразите упрощённую силовую схему и цепей электроники работы электровоза в режиме тяги.

3. Постройте диаграмму электромагнитных процессов для 1 (2/3/4) зоны регулирования напряжения в режиме тяги.

4. Чем вызвано снижение коэффициента мощности электровоза переменного тока с плавным регулированием в режиме тяги?

5. Какие имеются особенности реализации режима тяги на ЭПС однофазно-постоянного тока?

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

«Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание работы алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза в режиме рекуперативного торможения;

2. Построение упрощённой силовой схемы и цепей электроники работы электровоза в режиме рекуперативного торможения;

3. Построение электромагнитных процессов 1, 2, 3 и 4-ой зон регулирования напряжения в режиме рекуперативного торможения;

4. Описание работы алгоритма управления выпрямительно-инверторного преобразователя по зонам регулирования напряжения электровоза в режиме рекуперативного торможения.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Напишите алгоритм управления выпрямительно-инверторного преобразователя электровоза в режиме рекуперативного торможения.

2. Изобразите упрощённую силовую схему и цепей электроники работы электровоза в режиме рекуперативного торможения.

3. Постройте диаграмму электромагнитных процессов для 4 (3/2/1) зоны регулирования напряжения в режиме рекуперативного торможения.

4. Чем вызвано снижение коэффициента мощности электровоза переменного тока с плавным регулированием в режиме рекуперативного торможения?

5. Какие имеются особенности реализации рекуперативного торможения на ЭПС однофазно-постоянного тока?

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

«Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания серии с асинхронным тяговым приводом»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Описание аппаратов и оборудования силовой цепи электровоза (название, тип, назначение, обозначение, уставка);

2. Описание работы силовой схемы при питании от контактной сети переменного тока.

3. Описание работы силовой схемы при питании от контактной сети постоянного тока.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Какое оборудование силовой схемы работает при питании электровоза от контактной сети переменного тока?
2. Какое оборудование силовой схемы работает при питании электровоза от контактной сети постоянного тока?
3. Как работает автономный инвертор напряжения?
4. Как работает четырёхквadrантный преобразователь?
5. Какие аппараты защиты применяются в силовой схеме электровоза?

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

«Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Алгоритм работы автономного инвертора напряжения.
2. Алгоритм работы четырёхквadrантного тягового преобразователя.
3. Описание работы силовой схемы при питании от контактной сети постоянного тока в режиме рекуперативного торможения.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Какое оборудование применяется совместно с преобразователями на электровозе двойного питания ЭП20 и какое у него назначение?
2. Для чего необходим резонансный фильтр и тормозной чоппер, как они работают?
3. По какому принципу осуществляется переключение транзисторных плеч автономного инвертора напряжения в режиме тяги и рекуперативного торможения?
4. Как производится формирование временных интервалов работы транзисторных плеч четырёхквadrантного тягового преобразователя и автономного инвертора напряжения?

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

«Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения»

Задания в рамках выполнения лабораторной работы:

1. Алгоритм работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режиме тяги.
2. Алгоритм работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режиме рекуперативного торможения.
3. Расчёт кратности, глубины, коэффициента заполнения и скважности модуляции.

Перечень примерных вопросов для защиты лабораторной работы:

1. Какие существуют виды широтно-импульсной модуляции и чем они отличаются друг от друга?
2. Как осуществляется параллельная работа нескольких четырёхквadrантных тяговых преобразователей?
3. По какому принципу осуществляется переключение транзисторных плеч четырёхквadrантного тягового преобразователя в режиме тяги?
4. По какому принципу осуществляется переключение транзисторных плеч четырёхквadrантного тягового преобразователя в режиме рекуперативного торможения?

### **3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования**

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

## Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-4.4	Тема 1. Назначение дисциплины. Краткий исторический обзор развития систем управления ЭПС. Системы управления. Условия эксплуатации систем управления ЭПС, требования безопасности движения, обслуживания, охраны труда и экологические аспекты. Классификация ЭПС: по роду тока в контактной сети; по тяговым двигателям; по типам преобразователей	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 2. Способы управления тяговыми электродвигателями постоянного тока. Принцип регулирования скорости и силы тяги электровоза. Способы перегруппировки тяговых двигателей	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 3. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме тяги	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 4. Электрические силовые схемы электровозов постоянного тока в режиме рекуперативного торможения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 5. Исследование электрических силовых схем электровозов постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения. Функциональные схемы ЭПС постоянного тока в режимах тяги и рекуперативного торможения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 6. Электровозы однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения на тяговых двигателях. Способы уменьшения числа выводов из обмотки тягового трансформатора. Особенности регулирования напряжения при встречном и согласном включении вторичных обмоток тягового трансформатора	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 7. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 8. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения в режимах тяги и реостатного торможения	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 9. Расчёт ступени амплитудного регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 10. Расчёт скоростных и тяговых характеристик электровоза однофазно-постоянного тока со ступенчатым регулированием напряжения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 11. Электрические силовые схемы электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

	рекуперативного торможения. Системы защиты силовых цепей электровоза	Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 12. Исследование электрических силовых схем электровозов однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения в режимах тяги и рекуперативного торможения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 13. Особенности электрической схемы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 14. Принципы фазового и зонно-фазового управления выпрямительно-инверторными преобразователями (ВИП) электровоза на базе тиристоров. Алгоритмы управления ВИП в режимах тяги и рекуперативного торможения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 15. Электрические силовые схемы электровозов с асинхронным тяговым приводом. Принципы управления ЭПС с асинхронными тяговыми двигателями	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 16. Сравнение показателей асинхронным и коллекторных тяговых двигателей	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 17. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и реостатного торможения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 18. Расчёт и построение характеристик электровоза со ступенчатым регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях. Электромагнитные процессы и коэффициент мощности электровоза. Достоинства и недостатки	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 1. Исследование силовой схемы электровозов ступенчатого регулирования напряжения на коллекторных тяговых двигателях	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 19. Проектирование электрической части ЭПС однофазно-постоянного тока с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях в режимах тяги и рекуперативного торможения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 20. Выбор параметров и расчет характеристик тяговых двигателей электровоза при номинальном напряжении и ослаблении возбуждения. Построение пусковой диаграммы и ограничения характеристик тягового двигателя электровоза	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 2. Исследование силовой схемы электровозов с плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 3. Исследование функциональной схемы подключения оборудования головной секции электровоза ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги к МСУД	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 21. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме тяги. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ

ПК-4.4	Лабораторная работа № 4. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме тяги	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 22. Электромагнитные процессы работы электровоза с выпрямительно-инверторными преобразователями в режиме рекуперативного торможения. Устройства, реализующие рекуперативное торможение. Особенности работы тягового выпрямителя в режиме зависимого инвертора. Устойчивость режима рекуперативного торможения Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 5. Исследование плавного зонно-фазового регулирования выпрямленного напряжения на коллекторных тяговых двигателях электровоза в режиме рекуперативного торможения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 23. Расчет нагрузочной характеристики тягового двигателя электровоза. Обоснование выбора принципов регулирования напряжения на тяговых двигателях электровоза переменного тока. Расчет основных параметров тягового трансформатора электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 24. Влияние индуктивных сопротивлений тягового трансформатора $X_T$ и цепи выпрямленного тока $X_d$ на характеристики выпрямителя и инвертора электровоза. Сглаживающие реакторы, их назначение и характеристики. Устройства защиты от аварийных процессов работы электровоза	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 25. Расчет основных параметров резисторов ослабления поля тягового двигателя. Выбор и расчёт параметров основного электрооборудования и аппаратов электровоза переменного тока. Расчет и построение внешних характеристик преобразовательной установки электровоза переменного тока	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 26. Влияние коммутации на характеристики тиристорного выпрямителя. Влияние тока нагрузки и эквивалентного индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя. Коэффициент мощности электровоза, причины его снижения. Способы и средства повышения коэффициента мощности электровозов. Влияние пульсации тока якоря тягового двигателя на электромагнитные процессы электровоза. Коэффициент пульсации выпрямленного тока	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 27. Компоновка силовой схемы электровоза. Расчет и построение скоростных, тяговых и тормозных характеристик электровоза с плавным регулированием напряжения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 28. Аварийные переходные процессы, связанные с пропуском импульсов управления преобразователями электровоза, их анализ, способы защиты от аварийных процессов. Причины образования бросков тока тяговых двигателей электровоза	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-4.4	Тема 29. Особенности работы электровозов двойного питания с асинхронным тяговым приводом. Принципы компоновки силового оборудования	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

	Лабораторная работа № 6. Исследование силовой схемы электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 7. Система управления электровоза двойного питания ЭП20 с асинхронным тяговым приводом	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-4.4	Лабораторная работа № 8. Исследование алгоритма работы четырёхквadrантного тягового преобразователя в режимах тяги и рекуперативного торможения	Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
Итого			144 – ОТЗ 144 – ЗТЗ

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

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

Образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой  
дисциплины

1. Как обозначается коэффициент мощности электровоза?
  - а)  $\cos\varphi$ ;
  - б)  $K_u$ ;
  - в)  $K_i$ ;
  - г)  $K_u(n)$ ;
  - д)  $K_i(n)$ .
2. Как обозначается выпрямленный ток?
  - а)  $I_d$ ;
  - б)  $I_1$ ;
  - в)  $I_d$ ;
  - г)  $I_2$ .
3. Как обозначается коммутация?
  - а)  $\gamma$ ;
  - б)  $\beta$ ;
  - в)  $\tau$ ;
  - г)  $\omega$ .
4. Напряжение на вторичной обмотке трансформатора составляет 630 В, какие тиристорные плечи открыты в этот момент?
  - а) 2 и 3;
  - б) 1 и 8;
  - в) 4 и 7;
  - г) **2 и 5.**
5. На какое тиристорное плечо подаётся импульс управления с углом  $\alpha_{03}$  на 3-й зоне регулирования в режиме рекуперативного торможения?
  - а) 7;
  - б) **в режиме рекуперативного торможения нет такого импульса управления;**
  - в) 1;
  - г) 4.
6. Какой диапазон регулирования выпрямленного напряжения на 1 зоне регулирования?
  - а) **0-315 В;**
  - б) 315-630 В;
  - в) 630-945 В;
  - г) 945-1260 В.
7. Какое амплитудное значение выпрямленного напряжения на полной 2-й зоне

регулирования?

- а) 891 В;
- б) 630 В;
- в) 445 В;
- г) 1336 В;
- д) 1782 В.

8. Какой рабочий диапазон среднеквадратического значения напряжения  $u_1$  для электровоза серии ЗЭС5К?

- а) 19-29 кВ;
- б) 21-29 кВ;
- в) 19-29 В
- г) 25-28 кВ
- д) 16-31 кВ.

9. Сколько тиристорных плеч задействовано в образовании 3,5 зоны регулирования выпрямленного напряжения в режиме тяги?

- а) 8;
- б) 5;
- в) 3;
- г) 2;
- д) 4;
- е) 6.

10. Какое напряжение подводится к тяговым двигателям электровоза серии ВЛ80С на 7-ой ходовой позиции?

Ответ: 928 В.

11. Какое суммарное напряжение на вторичных обмотках тягового трансформатора электровоза серии ВЛ85 при открытых тиристорных плечах VS3 и VS8 в режиме тяги?

Ответ: 945 В.

12. Что происходит в выпрямительно-инверторном преобразователе электровоза серии ЗЭС5К, работающего в режиме тяги, в моменте, когда открыты тиристорные плечи VS4, VS5 и VS6?

Ответ: Коммутация.

13. Какое напряжение подводится к тяговым двигателям электровоза серии ВЛ80С на 2-ой ходовой позиции?

Ответ: 203 В.

14. Какая зона регулирования выпрямительно-инверторного преобразователя характеризуется наименьшим коэффициентом мощности?

Ответ: Первая зона.

15. Какой процесс протекает в выпрямительно-инверторном преобразователе электровоза серии ВЛ85, работающего в режиме тяги на первой зоне регулирования, когда открыты тиристорные плечи VS3 и VS4 или VS5 и VS6?

Ответ: Буферный контур.

16. Какой вид соединения тяговых двигателей электровоза постоянного тока используется для достижения наивысших скоростей движения?

Ответ: Параллельный.

17. На какой позиции регулирования при любом виде соединения тяговых двигателей электровоза постоянного тока задействуются все пусковые реостаты?

Ответ: Первая позиция.

18. Что отвечает за обеспечение электрической устойчивости рекуперативного торможения на электровозе переменного тока серии ЗЭС5К?

Ответ: Блок балластных резисторов.

### 3.6 Типовые задания для выполнения курсового проекта и примерный перечень вопросов для его защиты

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

Ниже приведен образец задания для выполнения курсового проекта и примерный перечень вопросов для его защиты.

#### Образец типового задания для выполнения курсового проекта

##### Исходные данные для выполнения курсового проекта

Номинальное напряжение контактной сети $U_{сн}$ , кВ	25		
Нагрузка на ось колесной пары 2П, тонн	23	24	24
Число двигателей $n_d$	12	8	6
Номинальная мощность тягового двигателя $P_{дн}$ , кВт	600	750	900
Полупроводниковые приборы	тиристоры	тиристоры	тиристоры
Метод управления силами тяги и торможения на тележке	синхронный	синхронный	поосный
Система регулирования напряжения	плавная		
Вид электрического торможения	рекуперативный		

##### Исходные данные согласно варианту

$V_n$ , км/ч	$U_{дн}$ , В	$\eta_{дн}$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	Цифры учебного шифра		
40	800	0,91	0,8	0,6	0,4	1	2	3
42	850	0,92	0,78	0,57	0,38	4	5	6
44	900	0,93	0,76	0,55	0,35	7	8	9
46	950	0,94	0,74	0,53	0,35	10	11	12
48	1000	0,95	0,72	0,51	0,37	13	14	15
50	825	0,915	0,7	0,58	0,43	16	17	18
52	875	0,925	0,71	0,57	0,41	19	20	21
56	925	0,935	0,73	0,58	0,4	22	23	24
55	975	0,945	0,75	0,58	0,42	25	26	27
53	1025	0,95	0,77	0,59	0,42	28	29	30
51	800	0,905	0,79	0,57	0,38	31	32	33
49	850	0,91	0,75	0,5	0,35	34	35	36
47	900	0,92	0,74	0,53	0,37	37	38	39
45	950	0,93	0,76	0,52	0,38	40	41	42
43	1000	0,94	0,78	0,56	0,37	43	44	45

По условиям вариантов исходных данных различаются не только технические характеристики электровоза и его отдельные физические параметры, но и принципы управления тяговым приводом, на базе которых необходимо вести проектирование. Наиболее существенная разница будет наблюдаться при задании используемых в выпрямительно-инверторном преобразователе полупроводниковых приборов – тиристоров или транзисторов, а также метода управления силами тяги и торможения на тележках электровоза – синхронного или поосного.

В связи с этим курсовой проект построен на расчете разработанной методики проектирования по двум вариантам:

- расчет системы управления электровоза с тиристорными силовыми полупроводниковыми приборами и синхронным управлением на тележке (типовой вариант);
- расчет системы управления с транзисторными силовыми полупроводниковыми приборами и поосным управлением (перспективный вариант).

### Образец типовых вопросов для защиты курсовых проектов

1. Расчет номинальных величин тягового двигателя.
2. Расчет характеристик тягового электродвигателя при полном магнитном поле и в режимах ослабления поля при номинальном напряжении.
3. Расчет нагрузочной характеристики тягового электродвигателя;
4. Принципиальные электрические силовые схемы и алгоритмы управления работой электровоза с плавным регулированием напряжения в тяговом и рекуперативных режимах.
5. Выбор и расчет параметров основного электрооборудования и основных аппаратов электровоза.
6. Расчет минимального угла открытия тиристорных вентилях при синусоидальном напряжении контактной сети и поочередной коммутации выпрямителя.
7. Расчет внешних характеристик преобразовательной установки электровоза применительно к одному тяговому электродвигателю.
8. Расчет скоростных характеристик и пусковой диаграммы тягового электродвигателя электровоза.
9. Расчет тяговых и тормозных характеристик электровоза.
10. Определение расчетной массы состава.
11. Расчет основных характеристик электровоза с транзисторными силовыми полупроводниковыми приборами и поосным методом управления тяговыми электродвигателями.

### 3.7 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

1. Функции системы управления ЭПС. Управление и цель управления поездом.
2. Энергетические и информационные связи между элементами электрической железной дороги. Режимы движения поезда.
3. Классификация ЭПС по тяговым двигателям. Основные технические характеристики.
4. Классификация ЭПС по роду тока в контактной сети. Преимущества и недостатки электрической тяги на постоянном токе.
5. Необходимость автоматического пуска. Автоматический пуск с ограничением по току.
6. Хронометрический пуск с ограничением по току. Способы регулирования пускового ускорения.
7. Торможение противовключением и реостатное торможение.
8. Рекуперативное торможение на ЭПС постоянного тока
9. Рекуперативное торможение с противовозбуждением возбудителя и реостатное торможение на ЭПС постоянного тока.
10. Рекуперативное торможение с циклической стабилизацией.
11. Типы группировок ТЭД и их влияние на скорость движения ЭПС постоянного тока.

### 3.8 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

(для оценки умений)

1. Виды ступеней пускового регулирования. Выбор величины номинального напряжения и рода тока в контактной сети.
2. Показатели качества системы управления ЭПС. Удельные, массогабаритные и стоимостные показатели.
3. Электромеханические характеристики ТЭД последовательного возбуждения. Изменение параметров электровоза при уменьшении напряжения в контактной сети.
4. Характеристики ТЭД при ослабленном возбуждении. Коэффициент ослабления возбуждения.
5. Переходные процессы при ослабленном возбуждении. Коэффициент ослабления возбуждения.
6. График изменения тока ТЭД при боксовании и подаче песка, и схема замещения контура тока при коротком замыкании на входе ТЭД.
7. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока.

Импульсное регулирование возбуждения. Коэффициент ослабления возбуждения.

8. Принцип регулирования скорости с помощью пусковых реостатов.

### **3.9 Перечень типовых практических заданий к зачету**

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Импульсное регулирование.

2. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Условия плавного реостатного пуска.

3. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Условия плавного реостатного пуска. Определение ступеней пускового резистора графическим способом при одной группировке ТЭД.

4. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Условия плавного реостатного пуска. Графический расчет ступеней пускового резистора при нескольких группировках ТЭД.

5. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Маневровые и дополнительные позиции. Диаграммы.

6. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Способы шунтирования коротким замыканием и вентильным переходом.

7. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Группировка ТЭД. Способ моста.

8. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Способы регулирования возбуждения.

9. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Определение ступеней ослабления возбуждения.

10. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Назначение индуктивного шунта. Схема отключения шунтирующей цепи при снятии напряжения сети.

11. Ступенчатое регулирование напряжения на ТЭД электровозов постоянного тока. Импульсное регулирование возбуждения, схемы замещения.

12. Ослабление возбуждения ТЭД ЭПС постоянного тока на примере электровоза серии ВЛ15С.

### **3.10 Перечень теоретических вопросов к экзамену**

(для оценки знаний)

1. Принцип зонно-фазового регулирования напряжения на ТЭД электровоза.

2. Ступенчатое регулирование на стороне низшего напряжения. Встречногласованное включение обмоток трансформатора.

3. Регулирование скорости электровоза изменением магнитного потока ТЭД. Роль индуктивного шунта в цепи ослабления возбуждения.

4. Устройства для ступенчатого регулирования напряжения на вторичной обмотке тягового трансформатора. Обмотка тягового трансформатора электровоза ВЛ80С. Принцип их работы.

5. Устройства и оборудование, реализующее реостатное торможение ЭПС однофазно-постоянного тока.

6. Рекуперативное торможение на ЭПС переменного тока. Роль балластного резистора в цепи обмотки якоря при рекуперативном торможении на ЭПС переменного тока.

7. Устройства, реализующие рекуперативное торможение ЭПС однофазно-постоянного тока.

8. Ступенчатое регулирование на стороне низшего напряжения электровоза переменного тока. Несимметричное и симметричное регулирование по полупериодам.

9. Ступенчатое регулирование напряжения на тяговых двигателях электровоза. Переходные реакторы, назначение и их работа.

10. Влияние пульсации тока на характеристики выпрямителя. Коэффициент пульсации

тока.

11. Цепи управления вспомогательными машинами электровоза.

12. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности электровоза со ступенчатым и плавным регулированием напряжения на коллекторных тяговых двигателях.

13. Особенности работы выпрямительно-инверторных преобразователей ЭПС однофазно-постоянного тока. Коэффициент мощности электровоза (причины его снижения).

14. Особенности реализации электрического торможения на ЭПС однофазно-постоянного тока их технико-экономическая оценка.

15. Рекуперативное торможение ЭПС однофазно-постоянного тока. Основные условия инвертирования.

16. Поочередная коммутация тока тиристоров ВИП. Недостатки поочередной коммутации.

17. Алгоритм работы четырёхквadrантного тягового преобразователя и временная диаграмма его работы, включающая в себя сигналы, необходимые для определения моментов работы плеч, формы тока и напряжения во вторичной обмотке тягового трансформатора и на входе звена постоянного тока.

18. Алгоритм работы автономного инвертора напряжения и временная диаграмма его работы, включающая в себя сигналы, необходимые для определения моментов работы плеч, формы тока и напряжения на выходе звена постоянного тока и в статорных обмотках тягового двигателя.

### **3.11 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену**

(для оценки умений)

1. Достоинства и недостатки электровозов постоянного и переменного (ступенчатого и плавного регулирования напряжения) тока.

2. Влияние коммутации тока на характеристики выпрямительно-инверторного преобразователя. Влияние тока нагрузки и индуктивного сопротивления трансформатора при коммутации на величину напряжения выпрямителя.

3. Причины снижения коэффициента мощности электровоза с плавным регулированием напряжения при коммутации (чем вызвано?).

4. Диаграммы электромагнитных процессов выпрямленного напряжения на ТЭД (по зонам).

5. Диаграммы электромагнитных процессов ЭДС инвертора (по зонам).

6. Электровоз серии ВЛ80С. Цепь протекания тока по ТЭД на 1-ой и 5-ой позициях.

7. Способы перехода при переключении ступени трансформатора. Схема с переходным реактором.

8. Тиристорные выпрямители электровоза переменного тока. Принцип действия, расчет  $m$  и  $n$  тиристоров в плече.

9. Способы перехода при переключении ступени трансформатора. Вентильный переход.

10. Назначение и классификация электрических схем систем управления ЭПС, принцип их составления. Условные обозначения, применяемые в электрических схемах.

11. Влияние пульсации тока на характеристики выпрямителя. Коэффициент пульсации тока.

12. Способы перехода при переключении ступени трансформатора. Схема с переходным резистором.

13. Функциональная схема электровоза с плавным регулированием напряжения в режиме тяги.

14. Функциональная схема электровоза с плавным регулированием напряжения в режиме рекуперативного торможения.

15. Электромагнитные процессы работы ВИП электровоза на примере  $n$ -х зон регулирования. Сетевая, фазовая и дополнительная коммутация.

16. Плавное фазовое (1-я зона) и зонно-фазовое регулирование напряжения на ТЭД. Схема преобразователя с восьмиплечевым трехсекционным мостом.

17. Алгоритм управления ВИП в режиме тяги.

18. Алгоритм управления ВИП в режиме рекуперативного торможения.
19. Упрощённая силовая схема электровоза двойного питания ЭП20 и принцип его работы при питании от контактной сети переменного и постоянного тока.
20. Каким образом поддерживается высокий коэффициент мощности и качество электроэнергии на токоприёмнике электровоза переменного тока с асинхронными тяговыми двигателями?

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

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Принцип построения силовых цепей ЭПС и их отдельных узлов.
2. Расчёт внешней характеристики ВИП электровоза переменного тока.
3. Расчет тяговой и скоростной характеристики ЭПС однофазно-постоянного тока.
4. Требования, предъявляемые к системам управления электровоза однофазно-постоянного тока.
5. Защита силовых и вспомогательных цепей электровозов переменного тока.
6. Требования и исходные данные для расчета скоростных и тяговых характеристик при плавном регулировании напряжения на тяговых двигателях электровоза.
7. Компоновка и проектирование силовых цепей вспомогательных машин и их цепей управления.
8. Расчет тормозных характеристик ЭПС однофазно-постоянного тока в режиме рекуперативного торможения.
9. Компоновка и проектирование схем силовых цепей ЭПС однофазно-постоянного тока.
10. Компоновка и проектирование схем силовых цепей ЭПС переменного тока с асинхронным тяговым приводом.

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

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

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Ситуационная задача	Преподаватель не менее, чем за неделю до срока решения ситуационных задач должен довести до сведения обучающихся предлагаемые ситуационные задачи. Решенные ситуационные задачи в назначенный срок сдаются на проверку преподавателю
Доклад	Защита докладов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Курсовой проект	Ход выполнения разделов курсового проекта в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствии со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсового проекта обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовой проект после завершения защиты, учитывая уровень его защиты

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 20__-20__ учебный год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «<u>Системы управления электроподвижного состава</u>»</p>	<p>Утверждаю: Заведующий кафедрой «Электроподвижной состав» ИрГУПС <b>Мельниченко О.В.</b></p>
<p>1. Электрическая устойчивость режима рекуперативного торможения ЭПС однофазно-постоянного тока.</p> <p>2. Влияние коммутации тока на характеристики выпрямительно-инверторного преобразователя. Влияние тока нагрузки и индуктивного сопротивления трансформатора или коммутации на величину напряжения выпрямителя.</p> <p>3. Рассчитать количество силовых полупроводниковых приборов (СПП) в плече выпрямительно-инверторного преобразователя исходя из данных: тип СПП – Т353-800-28; <math>I_{\text{макс. сщеп.}} = 1700 \text{ A}</math>; <math>U_{\text{макс}} = 1250 \text{ В}</math>.</p> <p>4. Чему равняется коэффициент мощности электровоза, если активная мощность равна 8912 кВт, реактивная – 6852 кВАр?</p>		