

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Петербургский государственный университет путей  
сообщения Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

кафедра "Электротехника и теплоэнергетика"

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*дисциплины*

**Б1.В.14 «ТЯГОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

для специальности

**23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»**

по специализации

**«Электрический транспорт железных дорог»**

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург  
2023

**1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы приведены в таблице 2.1 рабочей программы.

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблицах 1, 2.

Т а б л и ц а 1

Для очной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ПК-2 Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов		

<p><b>ПК-2.1.2</b> Знает конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава;</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теорию и конструкцию тяговых электрических машин: постоянного и пульсирующего тока, асинхронных, вентильных; тяговых трансформаторов; вспомогательных машин; основы электромеханического преобразования энергии; процессы нагрева и охлаждения тяговых электрических машин.</li> <li>– структуру, тип, характеристики, условия эксплуатации, тяговых электродвигателей и вспомогательных машин;</li> <li>– методы расчета, проектирования, экспериментального и теоретического исследования тяговых электрических машин различного типа;</li> <li>– способы пуска и регулирования частоты вращения тяговых электрических машин;</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4;</p>
<p><b>ПК-4 Проведение технических и практических занятий с работниками локо-мотивных бригад</b></p>		
<p><b>ПК-4.1.3.</b> Знает устройство и правила эксплуатации локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности, в том числе в части, регламентирующей выполнение трудовых функций</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– нормативные документы и технические условия производства и эксплуатации, требования к тяговым электрическим машинам.</li> <li>– требования нормативной документации к методам и результатам расчета, экспериментального и теоретического исследования тяговых электрических машин различного типа, в том числе правила техники безопасности при испытаниях и эксплуатации тяговых электрических машин.</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4</p>

<p><b>ПК-4.3.1</b> Имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе</p>	<p>Обучающийся имеет практические навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучения работников локомотивных бригад основам конструкции, устройства, принципа действия современных тяговых электрических машин.</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4</p>
<p><b>ПК-5 Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах</b></p>		
<p><b>ПК-5.1.3</b> Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальные схемы и компоненты электропривода, работающего совместно с тяговыми электрическими машинами постоянного, переменного и пульсирующего тока.</li> <li>– структуру, тип, характеристики, условия эксплуатации, тяговых преобразователей, вспомогательных машин;</li> <li>– схемные реализации способов пуска и регулирования частоты вращения тяговых электрических машин;</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4</p>

Т а б л и ц а 2

Для заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<p><b>ПК-2 Организация выполнения работ на участке производства по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава и механизмов</b></p>		

<p><b>ПК-2.1.2</b> Знает конструктивные особенности, принцип работы и правила эксплуатации приборов, оборудования, механизмов и узлов железнодорожного подвижного состава;</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теорию и конструкцию тяговых электрических машин: постоянного и пульсирующего тока, асинхронных, вентильных; тяговых трансформаторов; вспомогательных машин; основы электромеханического преобразования энергии; процессы нагрева и охлаждения тяговых электрических машин.</li> <li>– структуру, тип, характеристики, условия эксплуатации, тяговых электродвигателей и вспомогательных машин;</li> <li>– методы расчета, проектирования, экспериментального и теоретического исследования тяговых электрических машин различного типа;</li> <li>– способы пуска и регулирования частоты вращения тяговых электрических машин;</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4;</p>
<p><b>ПК-4 Проведение технических и практических занятий с работниками локо-мотивных бригад</b></p>		
<p><b>ПК-4.1.3.</b> Знает устройство и правила эксплуатации локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, их индивидуальные конструктивные особенности, в том числе в части, регламентирующей выполнение трудовых функций</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– нормативные документы и технические условия производства и эксплуатации, требования к тяговым электрическим машинам.</li> <li>– требования нормативной документации к методам и результатам расчета, экспериментального и теоретического исследования тяговых электрических машин различного типа, в том числе правила техники безопасности при испытаниях и эксплуатации тяговых электрических машин.</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-66; Практические работы 1 – 4</p>

<p><b>ПК-4.3.1</b> Имеет навыки обучения работников локомотивных бригад устройству локомотивов (МВПС) обслуживаемых и новых серий, в том числе в автоматизированной системе</p>	<p>Обучающийся имеет практические навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучения работников локомотивных бригад основам конструкции, устройства, принципа действия современных тяговых электрических машин.</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-бб; Практические работы 1 – 4</p>
<p><b>ПК-5 Проведение технических занятий с работниками локомотивных бригад по изучению тормозного оборудования и устройств безопасности, установленных на локомотивах</b></p>		
<p><b>ПК-5.1.3</b> Знает пневматические и электрические схемы, работу узлов и агрегатов локомотивов (МВПС) в части, регламентирующей выполнение трудовых функций и порядок управления автотормозами локомотивов (МВПС)</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальные схемы и компоненты электропривода, работающего совместно с тяговыми электрическими машинами постоянного, переменного и пульсирующего тока.</li> <li>– структуру, тип, характеристики, условия эксплуатации, тяговых преобразователей, вспомогательных машин;</li> <li>– схемные реализации способов пуска и регулирования частоты вращения тяговых электрических машин;</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету 1-бб; Практические работы 1 – 4</p>

### Перечень и содержание практических работ

Цикл «Экспериментальные исследования тяговых электрических машин»:

Практическая работа №1.

Измерение сопротивления обмоток при постоянном токе в холодном состоянии»

Практическая работа №2.

Определение потерь холостого хода электродвигателя постоянного тока/

Практическая работа №3.

Исследование электромеханических характеристик двигателя последовательного возбуждения.

Практическая работа №4.

Исследование способов регулирования частоты вращения двигателя последовательного возбуждения

## Перечень вопросов к зачету

для очной формы обучения (7 семестр) и заочной формы обучения (3 курс)

1. Классификация тяговых электрических машин (ТЭМ)
2. Общие требования к ТЭМ
3. Номинальные и предельные параметры ТЭМ
4. Магнитная система ТЭМ и методы ее расчета
5. Магнитные и нагрузочные характеристики ТЭМ
6. Эксплуатационные свойства ТЭМ: Высокое использование мощности
7. Эксплуатационные свойства ТЭМ: Равномерное распределение токов между параллельно включенными двигателями
8. Эксплуатационные свойства ТЭМ: Изменения тока при резких изменениях напряжения
9. Эксплуатационные свойства ТЭМ: Использование силы сцепления колеса с рельсом
10. Влияние насыщения магнитной цепи на характеристики двигателя
11. Рабочие характеристики ТЭМ в режиме тяги: Электромеханические характеристики
12. Рабочие характеристики ТЭМ в режиме тяги: Электротяговые характеристики
13. Принципы регулирования режимов работы ТЭМ: Регулирование изменением напряжения
14. Принципы регулирования режимов работы ТЭМ: Регулирование изменением магнитного потока
15. Принципы регулирования режимов работы ТЭМ: Регулирование изменением сопротивления
16. Способы реализации регулирования напряжения и тока возбуждения ТЭМ
17. Работа ТЭМ в тормозных режимах: Реостатное торможение
18. Работа ТЭМ в тормозных режимах: Рекуперативное торможение.
19. Энергосберегающий тяговый электропривод на базе электрических машин постоянного и пульсирующего тока.
20. Коммутация в ТЭМ постоянного тока и методы ее улучшения
21. Причины искрения ТЭМ
22. Круговой огонь на коллекторе
23. Потери и КПД ТЭМ.
24. Методы повышения КПД ТЭМ
25. Нагрев и вентиляция ТЭМ
26. Связь вентиляционного и теплового расчета
27. Тепловая схема якоря
28. Переходные процессы в ТЭМ: Буксование колесной пары
29. Переходные процессы в ТЭМ: Внезапный обрыв цепи питания
30. Переходные процессы в ТЭМ: Внезапное включение
31. Переходные процессы в ТЭМ: Внезапное короткое замыкание
32. Современные бесколлекторные ТЭМ
33. Тяговые электроприводы с вентильными двигателями
34. Испытания электрических машин: Метод взаимной нагрузки
35. Машинно-вентильные системы с коллекторными тяговыми двигателями постоянного тока.

36. Выпрямленное напряжение при нагрузке выпрямителя на тяговый двигатель.
37. Структура напряжения на тяговом двигателе при выпрямительном и инверторном режимах работы преобразователя.
38. Магнитные поля и процессы в стали двигателя, питаемого пульсирующим током.
39. Особенности коммутации двигателей при пульсирующем токе и способы улучшения коммутации.
40. Расчет переменных составляющих потоков и добавочных переменных ЭДС в коммутируемых секциях обмотки якоря.
41. Виды и программы испытаний электрических машин.
42. Испытания машин на нагревание.
43. Проверка частоты вращения, снятие скоростных характеристик, определение потерь и КПД машин постоянного и пульсирующего тока.
44. Испытания коммутации.
45. Механические испытания.
46. Характеристики и свойства асинхронных двигателей.
47. Электромагнитные процессы в асинхронных тяговых двигателях при питании от статических преобразователей частоты.
48. Формы фазных токов и напряжений, электромагнитные моменты, коэффициент мощности и КПД.
49. Управление АТД в режиме тяги и торможения статическая устойчивость асинхронных тяговых двигателей.
50. Характеристики и свойства вентильных тяговых двигателей.
51. Электромагнитные процессы в вентильном тяговом двигателе.
52. Управление вентильными ТД в режиме тяги и торможения
53. . Техничко-экономические параметры вентильных двигателей.
54. Условия работы тяговых трансформаторов локомотивов.
55. Основные данные и конструктивные особенности тяговых трансформаторов.
56. Особенности расчета тяговых трансформаторов.
57. Характеристики неустановившихся процессов.
58. Влияние вихревых токов на протекание переходных процессов.
59. Индуктивности обмоток тяговых электрических машин.
60. Уравнения переходных процессов.
61. Особенности неустановившихся процессов в тяговых двигателях постоянного (пульсирующего) тока, асинхронных тяговых двигателях.
62. Методы исследования неустановившихся процессов.
63. Типовые неисправности тяговых электрических машин
64. Методы диагностики тяговых электрических машин
65. Оценка уровня энергопотребления и энергосбережение в тяговом электроприводе на базе электрических машин постоянного и пульсирующего тока
66. Оценка уровня энергопотребления и энергосбережение в тяговом электроприводе на базе электрических машин переменного тока

### **3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания**

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.



Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.  
Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания приведены в таблице 3.

**Т а б л и ц а 3**  
для очной формы обучения 7 семестр

<b>№ п/п</b>	<b>Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Показатель оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Шкала оценивания</b>
1	Практическая работа № 1- 4	Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	2
			Работа выполнена после срока	0
		Срок сдачи отчета	Отчет сдан в срок	2
			Отчет сдан после срока	0
		Правильность оформления отчета	Отчет оформлен правильно	1
			Отчет оформлен не правильно	0
		Качество защиты	Даны правильные ответы на все вопросы	10
			Получены частично правильные ответы на вопросы/ даны правильные ответы не на все вопросы	5
			Получены неправильные ответы на вопросы	0
		Итого максимальное количество баллов за одну работу		
<b>Итого максимальное количество баллов за 4 практические работы</b>				<b>60</b>
<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>				<b>60</b>

для заочной формы обучения 3 курс

<b>№ п/п</b>	<b>Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Показатель оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Шкала оценивания</b>
1	Практическая работа № 1- 4	Срок выполнения работы	Работа выполнена в срок	2
			Работа выполнена после срока	0
		Срок сдачи отчета	Отчет сдан в срок	2

		Отчет сдан после срока	0
	Правильность оформления отчета	Отчет оформлен правильно	1
		Отчет оформлен не правильно	0
	Качество защиты	Даны правильные ответы на все вопросы	10
		Получены частично правильные ответы на вопросы/ даны правильные ответы не на все вопросы	5
		Получены неправильные ответы на вопросы	0
	Итого максимальное количество баллов за одну работу		15
	<b>Итого максимальное количество баллов за 4 практические работы</b>		<b>60</b>
	<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>		<b>60</b>

Для всех форм обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль успеваемости</b>	7 практических занятий	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3. Допуск к экзамену $\geq 50$ баллов.
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень Вопросов к экзамену	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- получены полные ответы на вопросы – 30-36 баллов;</li> <li>- получены достаточно полные ответы на вопросы – 25-29 баллов;</li> <li>- получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 15-24 балла;</li> <li>- не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Разработчик,  
доцент  
«27» апреля 2023 г.

А.С. Ватаев