

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.06.2025 11:44:31

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Электрические машины электроподвижного состава рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Специализация Электрический транспорт железных дорог

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:
зачеты с оценкой 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	16 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Конт. ч. на аттест.	0,4	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	0,15	0,15
В том числе в форме практ.подготовки	49	49	49	49
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48,55	48,55	48,55	48,55
Сам. работа	86,6	86,6	86,6	86,6
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Д.т.н., Профессор, Гордеев И.П.; К.т.н., Доцент, Тычков А.С.

Рабочая программа дисциплины

Электрические машины электроподвижного состава

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215)

составлена на основании учебного плана: 23.05.03-25-1-ПСЖДэт.pli.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Электрический транспорт железных дорог

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Шепелин Павел Викторович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью дисциплины является сформировать у обучающихся современную теоретическую базу профессиональных знаний и навыков по ведению производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности в области электрических машин электроподвижного состава.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.04
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-6 Способен разбираться в конструкции, принципах действия и закономерностях работы электрического и электронного оборудования электроподвижного состава

ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава

ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Принцип действия электрических машин электроподвижного состава, режимы работы и характеристики
3.1.2	Перечень параметров для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.
3.2	Уметь:
3.2.1	Соотносить параметры и характеристики соответствующим типам электрических машин электроподвижного состава.
3.2.2	Вычислять параметры для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками анализа параметров и характеристик электрических машин различного типа.
3.3.2	Методикой расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Электрические машины			
1.1	Область применения тяговых электрических машин и их разновидности. /Лек/	7	1	
1.2	Особенности развития отечественного электромашиностроения и за рубежом. /Лек/	7	1	
1.3	Номинальные, конструктивные и экспертные данные тяговых электродвигателей (ТЭД) локомотивов, как ТЭМ предельного исполнения, согласно ГОСТ 1258-81Е "Машины электрические вращающиеся тяговые". /Лек/	7	2	
1.4	Общие технические требования. Условия работы и требования к ТЭД. /Лек/	7	2	
1.5	Условия электромеханического преобразования энергии в ТЭМ. Электромагнитная мощность ТЭМ. /Лек/	7	2	
1.6	Принцип обратимости ТЭМ постоянного тока. Работа ТЭД в режиме электрического торможения. /Лек/	7	2	
1.7	Главные размеры и экономические показатели ТЭМ /Лек/	7	2	
1.8	Основное расчетное уравнение ТЭМ, связывающее мощность и ее конструктивные параметры. Удельные нагрузки якоря. /Лек/	7	2	
1.9	Линейная нагрузка якоря током. Фактор нагрева. расчет сечения проводников обмотки якоря. /Лек/	7	2	
	Раздел 2. Практические занятия			
2.1	Расчет диаметра якоря /Пр/	7	6	Практическая подготовка
2.2	Определение параметров зубчатой передачи. /Пр/	7	6	Практическая подготовка
2.3	Расчет обмотки якоря с определением размеров проводников обмотки, пазов активного слоя. /Пр/	7	4	Практическая подготовка
2.4	Определение магнитного потока машины и длины шихтованного пакета железа якоря, составление эскиза магнитной цепи. /Пр/	7	4	Практическая подготовка

2.5	Определение намагничивающей силы главных полюсов и числа их витков. /Пр/	7	4	Практическая подготовка
2.6	Расчет и построение электромеханических характеристик ТЭД /Пр/	7	4	Практическая подготовка
2.7	Расчет индукции в воздушном зазоре. Условия ограничения окружной скорости якоря. /Пр/	7	4	Практическая подготовка
Раздел 3. Самостоятельная работа				
3.1	Подготовка к лекциям /Ср/	7	8	
3.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	32	
3.3	Выполнение РР/Ср/	7	17,6	Практическая подготовка
3.4	Конструкция, принцип действия и режимы работы асинхронных электродвигателей. /Ср/	7	29	
Раздел 4. Контактные часы				
4.1	Отчет по РР/КА/	7	0,4	
4.2	Сдача зачета /КЭ/	7	0,15	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Щербаков В. Г., Петрушин А. Д., Хоменко Б. И., Седов В. И., Пахомин С. А., Мазнев А. С., Колпахчян П. Г., Щербакова В. Г., Петрушина А. Д.	Тяговые электрические машины: учебник для специалистов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2016	http://umczdt.ru/books/3

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Зарифьяна А. А.	Асинхронный тяговый привод локомотивов: учебное пособие для вузов	Москва: УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте, 2013	http://umczdt.ru/books/3

6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

6.2.1.1 | Microsoft Office 2010 Professional

6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

6.2.2.1	База данных Государственных стандартов:
6.2.2.2	http://gostexpert.ru/
6.2.2.3	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru
6.2.2.4	Электротехника. https://electrono.ru
6.2.2.5	База данных «Техническая литература»
6.2.2.6	http://booktech.ru/journals/vesnik-mashinostroeniya
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Электрические машины электроподвижного состава

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Электрический транспорт железных дорог

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачет (7 семестр), ЗФО 4 курс

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-6 Способен разбираться в конструкции, принципах действия и закономерностях работы электрического и электронного оборудования электроподвижного состава.	ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава
	ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава.

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава	Обучающийся знает: принцип действия электрических машин электроподвижного состава, режимы работы и характеристики.	Вопросы (1 – 10)
	Обучающийся умеет: соотносить параметры и характеристики соответствующим типам электрических машин электроподвижного состава.	Задания (1 – 3)
	Обучающийся владеет: навыками анализа параметров и характеристик электрических машин различного типа.	Задания (4 – 6)
ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава.	Обучающийся знает: перечень параметров для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.	Вопросы (11 – 20)
	Обучающийся умеет: вычислять параметры для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.	Задания (7 – 10)
	Обучающийся владеет: методикой расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.	Задания (10 – 12)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение и/или размещение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знание проверяемого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава	Обучающийся знает: принцип действия электрических машин электроподвижного состава, режимы работы и характеристики.

Примеры вопросов/заданий

1) При постоянном напряжении питания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения магнитный поток возбуждения уменьшился. Как изменилась частота вращения?

- а) уменьшилась;
- б) не изменилась;
- в) увеличилась;
- г) периодически изменяется.

2) Каково назначение реостата в цепи обмотки возбуждения двигателя постоянного тока?

- а) ограничить пусковой ток;
- б) регулировать напряжение на зажимах;
- в) увеличивать пусковой момент;
- г) регулировать скорость вращения.

3) Компенсационную обмотку, улучшающую условия работы коллектора и щёток располагают

- а) в щёткодержателях;
- б) в добавочных полюсах;
- в) в полюсных наконечниках главных полюсов;
- г) на якоре машины постоянного тока;
- д) на коллекторе машины постоянного тока.

4) Как называется искажающее воздействие токов якоря на главное магнитное поле машины постоянного тока?

- а) коммутация;
- б) реакция якоря;
- в) последовательное возбуждение полюсов машин постоянного тока;
- г) выпрямление ЭДС.

5) Номинальный ток двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением I_{ном} = 50 А. Чему равен ток обмотки возбуждения?

- а) 100 А;

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

- б) 50 А;
- в) 25 А;
- г) 250А

6) Что произойдет с ЭДС генератора параллельного возбуждения при обрыве цепи возбуждения?

- а) ЭДС увеличится;
- б) ЭДС не изменится;
- в) ЭДС снизится до $E_{ост}$;
- г) ЭДС станет равной нулю.

7) Пусковой ток двигателя постоянного тока превышает номинальный ток из - за:

- а) отсутствия противоЭДС в момент пуска;
- б) малого сопротивления обмотки якоря;
- в) большого сопротивления обмотки возбуждения;
- г) малого сопротивления обмотки возбуждения.

8) Как нужно изменить ток возбуждения, чтобы напряжение на зажимах генератора постоянного тока с параллельным возбуждением было неизменным при возрастании нагрузки?

- а) ток возбуждения нужно увеличить;
- б) ток возбуждения оставить без изменения;
- в) ток возбуждения нужно уменьшить;
- г) ток возбуждения увеличить, затем уменьшить;
- д) ток возбуждения уменьшить, затем увеличить.

9) Что произойдет, если двигатель последовательного возбуждения подключить к сети при отсутствии механической нагрузки на валу?

- а) двигатель не запустится;
- б) обмотка якоря не запустится;
- в) двигатель «идет в разнос»;
- г) обороты двигателя – минимальные
- д) обороты двигателя сначала минимальные, затем максимальные.

10) Почему сердечник якоря машины постоянного тока набирают из листов электротехнической стали, изолированных между собой?

- а) для уменьшения потерь мощности от перемагничивания и вихревых токов;
- б) из конструктивных соображений;
- в) для уменьшения магнитного сопротивления потоку возбуждения;
- г) для шумопонижения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава	Обучающийся умеет: соотносить параметры и характеристики соответствующим типам электрических машин электроподвижного состава.

Примеры вопросов/заданий

Задание 1

Определить электромагнитную мощность двигателя постоянного тока (кВт), если ток якоря $I_a = 10 \text{ А}$, число проводников обмотки якоря $N = 180$ шт., магнитный поток $\Phi = 0,07 \text{ Вб}$, частота вращения $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$. Обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины.

Задание 2

Четырехполюсная машина постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие параметры: диаметр якоря $D = 0,2 \text{ м}$, длина якоря $l = 0,4 \text{ м}$, число проводников обмотки якоря $N = 540$, индукция в воздушном зазоре $B = 0,4 \text{ Тл}$, обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины. Частота вращения машины, работающей в режиме генератора, $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$, напряжение на нагрузке $U_z = 220 \text{ В}$. Определить частоту вращения при работе этой же машины в режиме двигателя, если токи возбуждения и якоря остались неизменными, двигатель питается от сети $U_d = 220 \text{ В}$. В расчете индукцию в воздушном зазоре считать постоянной по всей длине зазора, падением напряжения на щетках пренебречь.

Задание 3

Двигатель постоянного тока подключен к сети напряжением $U = 440 \text{ В}$. Требуется рассчитать его магнитный поток ($Вб$), если его мощность на валу $P_2 = 10 \text{ кВт}$, сопротивление обмотки якоря $r_a = 0,07 \text{ Ом}$, число проводников обмотки якоря $N = 240$, частота вращения $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$. Реакцией якоря и падением напряжения на щетках пренебречь, обмотка якоря простая петлевая, одноходовая.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.1 Приводит и перечисляет принципы функционирования, параметры и характеристики электрических машин электроподвижного состава	Обучающийся владеет: навыками анализа параметров и характеристик электрических машин различного типа.

Примеры вопросов/заданий

Задание 4

Генератор постоянного тока параллельного возбуждения имеет номинальную мощность $P_2 = 10 \text{ кВт}$; номинальное напряжение $U = 230 \text{ В}$; частоту вращения $n = 1450 \text{ об/мин}$; сопротивление обмоток цепи обмотки возбуждения $R_v = 150 \text{ Ом}$; сопротивление обмоток якоря $R_a = 0,3 \text{ Ом}$; КПД в номинальном режиме $\eta = 86,5 \%$. Падением напряжения в щеточном контакте пренебречь. Определить: ток генератора, ток в цепи возбуждения, ток в цепи якоря, ЭДС якоря, электромагнитный момент, электромагнитная мощность, мощность приводного двигателя. Генератор работает при номинальной нагрузке.

Задание 5

В электродвигателе постоянного тока с параллельным возбуждением, имеющим номинальные данные: мощность на валу $P_2 = 130 \text{ кВт}$; напряжение $U = 220 \text{ В}$; ток, потребляемый из сети $I = 640 \text{ А}$; частоту вращения $n = 600 \text{ об/мин}$; сопротивление цепи обмотки возбуждения $R = 43 \text{ Ом}$; сопротивление обмотки якоря $R_a = 0,007 \text{ Ом}$. Определить номинальные суммарные и электрические потери в обмотках.

Задание 6

Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением с частотой вращения $n = 1500 \text{ об/мин}$ потребляет ток $I = 14 \text{ А}$ при напряжении $U = 220 \text{ В}$. Сопротивление цепи якоря $R_a = 1,7 \text{ Ом}$. Определить ЭДС якоря; момент электромагнитный; потребляемую мощность и электрические потери.

ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава.	Обучающийся знает: перечень параметров для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.
---	--

Примеры вопросов/заданий

11) Выберите правильную формулу баланса напряжения коллекторного двигателя постоянного тока параллельного возбуждения:

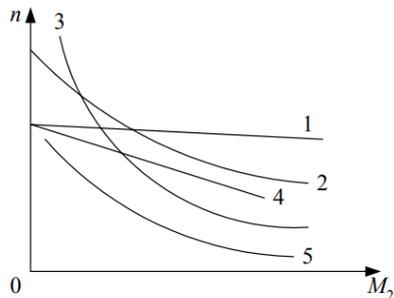
- 1) $U = E_a + I_a \cdot R_a$
- 2) $U = E_a - I_a \cdot R_a$
- 3) $U = E_a + I_a \cdot R_a + (I_a + I_b) \cdot R_b$
- 4) $U = E_a + I_a \cdot R_a + I_a \cdot R_b$
- 5) $U = E_a - I_a \cdot R_a - (I_a - I_b) \cdot R_b$

12) Выберите правильную форму баланса моментов установившегося режима

коллекторного генератора постоянного тока:

- 1) $M_{\text{пр.дв}} = M_0 + M_{\text{эм}} + M_c$
- 2) $M_{\text{пр.дв}} = M_0 + M_{\text{эм}}$
- 3) $M_{\text{пр.дв}} = M_0 + M_c$
- 4) $M_{\text{пр.дв}} = M_0$
- 5) $M_{\text{пр.дв}} = M_{\text{эм}} + M_c$

13) Укажите искусственную механическую характеристику коллекторного двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением:



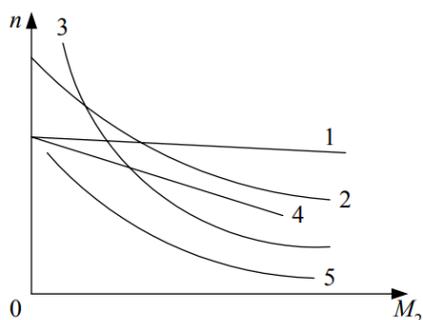
- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4
- д) 5

14) Выберите правильную формулу электромагнитного момента коллекторной машины постоянного тока:

- 1) $M_{\text{эм}} = C_M \cdot \Phi \cdot I_a$
- 2) $M_{\text{эм}} = \frac{C_M \cdot \Phi}{I_a}$
- 3) $M_{\text{эм}} = \frac{\Phi}{C_M \cdot I_a}$
- 4) $M_{\text{эм}} = \frac{C_M \cdot I_a}{\Phi}$
- 5) $M_{\text{эм}} = \frac{\Phi \cdot I_a}{C_M}$

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4
- д) 5

15) Укажите естественную механическую характеристику коллекторного двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением:



- а) 1
- б) 2
- в) 3

- г) 4
- д) 5

16) Какое определение якорной обмотки наиболее близко к реальному представлению:

- 1) Разомкнутая система проводников, уложенная по определенной схеме, и соединенная с коллекторными пластинами и щетками.
- 2) Совокупность секций, коллекторных пластин и щеток.
- 3) Замкнутая на себя система проводников, уложенных по определенной схеме, соединенная с внешней сетью с помощью коллектора и щеток.
- 4) Совокупность проводников, припаянная к коллекторным пластинам, имеющая электрическое соединение со щетками.

17) Выберите правильную формулу баланса напряжения коллекторного генератора постоянного тока независимого возбуждения:

- 1) $U = E_a + I_a \cdot R_a$
- 2) $U = E_a - I_a \cdot R_a$
- 3) $U = E_a + I_a \cdot R_a + (I_a + I_b) \cdot R_b$
- 4) $U = E_a - I_a \cdot R_a - I_a \cdot R_b$
- 5) $U = E_a - I_a \cdot R_a - (I_a - I_b) \cdot R_b$

18) За счет изменения величины и направления какой ЭДС в коммутующей секции машины постоянного тока осуществляют уменьшение искрения щеток?

- 1) ЭДС самоиндукции.
- 2) ЭДС взаимной индукции.
- 3) ЭДС вращения.
- 4) ЭДС самоиндукции и вращения.
- 5) ЭДС взаимной индукции и вращения.

19) Как уменьшить искрение щеток в коллекторных машинах постоянного тока малой мощности?

- 1) Сдвигом щеток с геометрической нейтрали.
- 2) Постановкой дополнительных полюсов.
- 3) Постановкой компенсационной обмотки.
- 4) Сдвигом щеток и постановкой дополнительных полюсов.
- 5) Постановкой дополнительной и компенсационной обмоток.

20) Для чего служит коллекторно-щеточный узел в генераторе постоянного тока?

- 1) Для электрического соединения якорной обмотки с сетью.
- 2) Для механического выпрямления переменного тока в постоянный.
- 3) Для преобразования постоянного тока в переменный ток в проводниках обмотки якоря.
- 4) Для механического выпрямления переменного тока в постоянный и электрического соединения якорной обмотки с сетью.
- 5) Для преобразования постоянного тока в переменный ток в проводниках обмотки якоря и электрического соединения последней с сетью.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава.	Обучающийся умеет: вычислять параметры для расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.

Примеры вопросов/заданий

Задание 7

В статоре с числом пазов $Z = 36$ уложена трехфазная обмотка, создающая вращающееся

магнитное поле с частотой $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$. Шаг обмотки укорочен на один паз. Частота тока в обмотке $f = 50 \text{ Гц}$. Определить обмоточный коэффициент.

Задание 8

Трехфазный явнополюсный синхронный генератор работает параллельно на сеть большой мощности. ЭДС фазы генератора $E_{оф} = 254 \text{ В}$, напряжение сети $U_1 = 380 \text{ В}$, индуктивные сопротивления: по продольной оси $x_d = 0,19 \text{ Ом}$, по поперечной оси $x_q = 0,121 \text{ Ом}$; угол сдвига между напряжением и ЭДС (нагрузочный угол) $\theta = 30^\circ$, тормозной момент, создаваемый генератором $M = 2155 \text{ Н}\cdot\text{м}$, частота вращения $n_1 = 3000 \text{ мин}^{-1}$, потери в обмотках статора $DP_1 = 3,4 \text{ кВт}$. Схема соединений обмоток статора — «звезда».

Задание 9

Определить индуктивное сопротивление обмотки статора трехфазного двухполюсного асинхронного двигателя (Ом) со следующими параметрами: активное сопротивление обмотки статора $r_1 = 15,85 \text{ Ом}$, приведенное активное сопротивление обмотки ротора $r'_2 = 8,8 \text{ Ом}$. Частота вращения ротора $n_2 = 2820 \text{ мин}^{-1}$, полезная мощность двигателя $P_2 = 750 \text{ Вт}$, линейное напряжение $U_1 = 380 \text{ В}$. Обмотки статора соединены в «звезду», принять равными индуктивное сопротивление обмотки статора и приведенное ротора $x_1 = x'_2$.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-6.2 Выполняет расчет и проектирование элементов электрических машин электроподвижного состава.	Обучающийся владеет: методикой расчета и проектирования электрических машин электроподвижного состава.

Примеры вопросов/заданий

Задание 10

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 4Л имеет следующие данные: $P_{ном} = 4 \text{ кВт}$, $n_{2ном} = 2880 \text{ об/мин}$, $\eta_{ном} = 86,5 \%$, $\cos \varphi_1 = 0,89$, $I_n / I_{ном} = 7,5$, $M_n / M_{ном} = 2$, $M_{max} / M_{ном} = 2,5$, $U_1 = 220/380 \text{ В}$. Определить высоту оси вращения h , число полюсов $2p$, скольжение при номинальной нагрузке $s_{ном}$, момент на валу $M_{ном}$, начальный пусковой M_n и максимальный M_{max} моменты, потребляемую двигателем из сети активную мощность $P_{1ном}$, суммарные потери при номинальной нагрузке $\sum P$, номинальный и пусковой токи $I_{1ном}$ и I_n в питающей сети при соединении обмоток статора «звездой» и «треугольником». Двигатель 4А100S2У3.

Задание 11

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии А2, работающий от сети частотой 50 Гц напряжением 380 В при соединении обмотки статора «звездой», имеет номинальные параметры: полезная мощность $P_{ном} = 22,2 \text{ кВт}$, частота вращения $n_{ном} = 1455 \text{ об/мин}$, КПД $\eta_{ном} = 90 \%$, коэффициент мощности $\cos \varphi_{1ном} = 0,88$; кратность пускового тока $I_n / I_{ном} = 7$, кратности пускового $M_n / M_{ном} = 1,2$ и максимального $M_{max} / M_{ном} = 2$ моментов; активное сопротивление фазной обмотки статора при температуре 20° $r_{1,20} = 0,17$. Требуется рассчитать параметры и построить механическую характеристику двигателя $n_2 = f(M)$. б.х.

Задание 12

Трехфазный восьмиполюсный асинхронный двигатель в номинальном режиме имеет следующие данные: напряжение $U_n = 380 \text{ В}$, ток $I_n = 51 \text{ А}$, частота вращения $n_n = 725 \text{ об/мин}$, перегрузочная способность $M_{max} / M_n = 3,3$, кратность пускового момента $M_n / M_n = 1,1$. Определить критическое и рабочее скольжение, перегрузочную способность и кратность пускового момента при неизменном моменте нагрузки и уменьшении напряжения до значения 350 В.

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (зачету)

1. Этапы создания электрических машин.
2. Классификация тяговых электрических машин. Терминология. Определения. Назначение.
3. Бесколлекторный тяговый привод за рубежом и в России.
4. Принцип действия синхронного генератора.
5. Принцип действия асинхронного двигателя.
6. Устройство статора синхронной и асинхронной машины.
7. Понятие о круговом, эллиптическом и пульсирующем магнитном полях.
8. Назначение и область применения асинхронных машин.
9. Режимы работы асинхронной машины: двигательной, генераторной и тормозной.
10. Условия перехода асинхронной машины в режимы: двигательной, генераторной и тормозной.
11. Устройства трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора.
12. Особенности конструкции асинхронного двигателя с фазным ротором.
13. Аналогия между асинхронной машиной и трансформатором.
14. Частота ЭДС, наведенная в обмотке ротора.
15. Уравнение МДС и токов асинхронного двигателя.
16. Векторная диаграмма и схема замещения асинхронного двигателя.
17. Потери и КПД асинхронного двигателя.
18. Электромагнитный момент асинхронного двигателя, его зависимость от скольжения.
19. Перегрузочная способность асинхронного двигателя.
20. Влияние напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора на форму механической характеристики асинхронного двигателя.
21. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
22. Пусковые свойства трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора.
23. Способы пуска асинхронных двигателей.
24. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором.
25. Понятие об асинхронных двигателях с улучшенными пусковыми свойствами.
26. Способы регулирования частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.
27. Назначение и область применения исполнительных асинхронных двигателей.
28. Требования, предъявляемые к исполнительным асинхронным двигателям.
29. Типы исполнительных асинхронных двигателей.
30. Конструкция двигателей серии 4А.
31. Особенности тягового двигателя НТА-1200.
32. Особенности конструкции, принцип действия и область применения вращающихся трансформаторов.
33. Примеры использования асинхронных машин специального назначения для автоматических устройств.
34. Назначение и область применения синхронных машин.
35. Типы синхронных машин и их устройство.
36. Способы возбуждения синхронных машин.
37. Принцип работы и конструкция синхронного двигателя.
38. Конструкция, принцип действия, рабочие характеристики, область применения, достоинства и недостатки реактивного и гистерезисного синхронного двигателя.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения заданий; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по зачету (пятибалльная шкала оценивания)

«Отлично/зачтено» – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо/зачтено» – обучающийся приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно/зачтено» – обучающийся допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – обучающийся демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.