

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаранин Максим Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.01.2026 11:30:30
Уникальный программный ключ:
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Электрические машины и электропривод рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
Специализация Грузовые вагоны

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 6
курсовые работы 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	16 1/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Конт. ч. на аттест.	1,5	1,5	1,5	1,5
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	22	22	22	22
В том числе в форме практ.подготовки	82	82	82	82
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	67,85	67,85	67,85	67,85
Сам. работа	123,5	123,5	123,5	123,5
Часы на контроль	24,65	24,65	24,65	24,65
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Харитонова Т.В.

Рабочая программа дисциплины

Электрические машины и электропривод

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: 23.05.03-25-5-ПСЖДгв.pli.plx

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ Направленность (профиль) Грузовые вагоны

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электротехника

Зав. кафедрой Харитонова Т.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование компетенций, позволяющих формулировать и решать научно-технические задачи, участвовать в подготовке проектов обслуживания и эксплуатации электрических машин и электропривода.
1.2	Задачи освоения дисциплины: овладеть теоретическими знаниями по устройству, принципу работы, методам расчета, конструированию, условиям эксплуатации электрических машин и систем электропривода; овладеть практическими навыками по наладке, эксплуатации, анализу работы, проведению экспериментальных исследований и испытаний электрических машин и систем электропривода.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О.27
-------------------	---------

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

ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

ОПК-1.6 Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	виды электрических машин и их принцип действия, теорию и конструкцию электрических машин, основы расчета и выбора электрических машин, основы проектирования электрических машин, основы анализа и выбора электрических машин для электропривода.
3.2	Уметь:
3.2.1	анализировать электрические машины и их характеристики, рассчитывать и выбирать электрические машины и их элементы, обеспечивать устойчивость систем электропривода, согласовывать рабочие характеристики выбранных электрических машин с системами электропривода, проводить исследования по анализу устойчивости и качеству системы электропривода.
3.3	Владеть:
3.3.1	основами анализа электрических машин, основами расчета и выбора электрических машин, методами выбора электрических машин для систем электропривода, методами анализа устойчивости систем электропривода, методами проектирования электропривода.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Машины постоянного тока			
1.1	Принцип работы электрических машин. Машины постоянного тока. Устройство основных элементов конструкции машин постоянного тока. Свойства коллектора. Обмотки якоря машин постоянного тока (петлевые, волновые, смешанные), принцип их образования, основные расчетные соотношения. Вывод уравнения ЭДС, индуктируемой в обмотках якоря. /Лек/	6	2	
1.2	Общие характеристики машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Процесс коммутации в машинах постоянного тока. Виды коммутации. Назначение дополнительных полюсов. /Лек/	6	2	
1.3	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
1.4	Исследование электромашинных генераторов постоянного тока. /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
1.5	Расчет магнитной цепи машины постоянного тока. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.6	Изучение процесса пуска, реверса и регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.7	Расчет и построение якорных обмоток машин постоянного тока. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
	Раздел 2. Асинхронные машины			
2.1	Асинхронные машины. Устройство. Принцип действия. /Лек/	6	2	

2.2	Характеристики асинхронных двигателей. Пуск и регулирование частоты вращения. Зависимость момента от скольжения. Рабочие характеристики. /Лек/	6	2	
2.3	Исследование трехфазных асинхронных двигателей. /Лаб/	6	2	Практическая подготовка
2.4	Расчет пусковых реостатов для запуска двигателя постоянного и переменного тока. Определение параметров асинхронного двигателя. Построение механических характеристик. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
	Раздел 3. Синхронные машины			
3.1	Синхронная электрическая машина. Устройство, принцип действия. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря синхронного генератора при активной, индуктивной и емкостной нагрузках. /Лек/	6	2	
3.2	Синхронные электродвигатели. Рабочие характеристики. /Лек/	6	2	
3.3	Исследование трехфазного синхронного генератора. /Лаб/	6	2	Практическая подготовка
3.4	Исследование трехфазного синхронного двигателя. /Лаб/	6	2	Практическая подготовка
	Раздел 4. Трансформаторы			
4.1	Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Трехфазные трансформаторы. /Лек/	6	2	
4.2	Исследование работы однофазного трансформатора. /Лаб/	6	2	Практическая подготовка
4.3	Расчет параметров однофазного трансформатора. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
	Раздел 5. Элементы привода			
5.1	Электрические машины в системах электропривода. Структурная схема электропривода. Назначение основных элементов структурной схемы. Типы электроприводов. Классификация электроприводов по степени управляемости, по роду передаточного устройства и роду тока. Механическая часть силового канала электропривода. Приведение статических моментов и моментов инерции к одной оси. Механические характеристики производственных механизмов. /Лек/	6	2	
5.2	Изучение принципов построения электрических схем управления машинами постоянного и переменного тока. Структурный синтез типовых базовых систем управления. /Пр/	6	8	Практическая подготовка
5.3	Анализ устойчивости электропривода. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
	Раздел 6. Самостоятельная работа			
6.1	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	
6.2	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	6	16	
6.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	32	
6.4	Выполнение курсовой работы /Ср/	6	34,5	Практическая подготовка
6.5	Принцип работы электрических машин. Машины постоянного тока. Устройство основных элементов конструкции машин постоянного тока. Свойства коллектора. /Ср/	6	2	
6.6	Реакция якоря в машинах постоянного тока. Процесс коммутации в машинах постоянного тока. /Ср/	6	2	
6.7	Характеристики синхронных генераторов при автономной работе. Параллельная работа синхронных генераторов. Эксплуатация электрических машин. /Ср/	6	2	
6.8	Асинхронные машины. Устройство. Принцип действия. /Ср/	6	2	
6.9	Магнитные системы, схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов (схема включения, условия включения, распределение нагрузки). Автотрансформаторы. Схема включения обмоток, особенность характеристик. /Ср/	6	2	

6.10	Приведенный трансформатор, формулы приведения, схемы замещения приведенного трансформатора. Определение параметров схемы замещения из опытов холостого хода и короткого замыкания. Потери мощности и коэффициент полезного действия (КПД). Векторная диаграмма токов и напряжений при активно-индуктивной нагрузке. Внешняя характеристика трансформатора. /Ср/	6	2	
6.11	Работа двигателя постоянного тока в тормозных режимах. Условия работы и характеристики. /Ср/	6	2	
6.12	Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока, асинхронными и синхронными машинами. Регулирование угловой скорости вращения двигателей постоянного и переменного тока. Статическая и динамическая устойчивость электропривода. /Ср/	6	2	
6.13	Генераторы постоянного тока. Классификация генераторов по способу возбуждения. Основные характеристики генераторов с различными способами возбуждения. Процесс и условия самовозбуждения генераторов с самовозбуждением. Уравнение равновесия напряжения и ЭДС якорной цепи. Уравнение моментов. Принцип обратимости электрических машин. /Ср/	6	2	
6.14	Приведение рабочего процесса асинхронного двигателя к рабочему процессу трансформатора. Т- и Г-образные схемы замещения асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный момент и его зависимость от скольжения. Пусковые и рабочие свойства асинхронных машин. Максимальный и номинальный моменты. Влияние величины приложенного напряжения и сопротивления ротора на зависимость момента от скольжения. /Ср/	6	2	
6.15	Электрическая часть силового канала электропривода. Основные типы преобразователей с выходом на постоянном токе: управляемый выпрямитель, широтно-импульсный преобразователь, инвертор. Принципы управления в электроприводе. Разомкнутые системы автоматического управления. Типовая схема автоматического дистанционного управления пуском асинхронного двигателя. Замкнутые системы автоматического управления: система предельного контроля; стабилизирующее управление; программное управление; следящее управление; адаптивное управление. /Ср/	6	4	
6.16	Элементная база информационного канала: первичные измерительные преобразователи и датчики, электронные чувствительные элементы, полупроводниковые преобразователи аналоговых и цифровых сигналов, контактные элементы, электромашинные элементы. Синтез структур и параметров информационного канала. Выбор регуляторов в системе автоматического управления. /Ср/	6	4	
6.17	Элементы проектирования электропривода. Выбор мощности двигателя из условия нагревания при длительном режиме его работы, постоянном и переменном графиках нагрузки. /Ср/	6	2	
6.18	Синхронная электрическая машина. Устройство, принцип действия. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря синхронного генератора при активной, индуктивной и емкостной нагрузках. /Ср/	6	3	
Раздел 7. Контактные часы на аттестацию				
7.1	Курсовая работа /КА/	6	1,5	
7.2	Экзамен /КЭ/	6	2,35	

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	Копылов И. П.	Электрические машины в 2 т. Том 1: Учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/45
Л1.2	Копылов И. П.	Электрические машины в 2 т. Том 2: Учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2020	https://urait.ru/bcode/45
Л1.3	Шичков Л. П.	Электрический привод: Учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт, 2021	https://urait.ru/bcode/47
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Ионов А. А.	Основы электропривода технологических установок: задачник	Самара: СамГУП С, 2017	https://e.lanbook.com/bc
Л2.2	Ионов А. А.	Основы электропривода технологических установок: конспект лекций	Самара: СамГУП С, 2017	https://e.lanbook.com/bc
Л2.3	Ионов А. А.	Электрические машины: задачник	Самара: СамГУП С, 2019	https://e.lanbook.com/bc

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.4	Ионов А. А.	Электрические машины. Трансформаторы: конспект лекций	Самара: СамГУП С, 2013	https://e.lanbook.com/bo
Л2.5	Ионов А. А.	Электрические машины. Машины постоянного и переменного тока: конспект лекций	Самара: СамГУП С, 2017	https://e.lanbook.com/bo

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

6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

6.2.2.1 База данных совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества - www.sovetgt.ru

6.2.2.2 База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru

6.2.2.3 База данных Некоммерческого партнерства производителей и пользователей железнодорожного подвижного состава «Объединение вагоностроителей» - www.ovsr.rf

6.2.2.4 База данных Росстандарта – <https://www.gost.ru/portal/gost/>

6.2.2.5 База данных Государственных стандартов: <http://gostexpert.ru/>

6.2.2.6 База данных «Железнодорожные перевозки» <https://cargo-report.info/>

6.2.2.7 База Данных АСПИЖТ

6.2.2.8 Открытые данные Росжелдора <http://www.roszeldor.ru/opendata>

6.2.2.9 Справочная правовая система «Гарант»

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 Лаборатории, оснащенные специальным лабораторным оборудованием: учебно-лабораторный комплекс “Электротехника и основы электроники”, мультиметры.

7.4 Помещения для курсового проектирования / выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).

7.5 Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

7.6 Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Электрические машины и электропривод

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Грузовые вагоны

(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.

Формы промежуточной аттестации: курсовая работа (по очной форме – 6 семестр; по заочной форме – 3 курс), экзамен (по очной форме – 6 семестр; по заочной форме – 3 курс).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	ОПК-1.6: Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 6)
ОПК-1.6: Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов	Обучающийся знает: виды электрических машин и их принцип действия, теорию и конструкцию электрических машин, основы расчета и выбора электрических машин, основы проектирования электрических машин, основы анализа и выбора электрических машин для электропривода.	Вопросы (№1 - №11)
	Обучающийся умеет: анализировать электрические машины и их характеристики, рассчитывать и выбирать электрические машины и их элементы, обеспечивать устойчивость систем электропривода, согласовывать рабочие характеристики выбранных электрических машин с системами электропривода, проводить исследования по анализу устойчивости и качеству системы электропривода.	Задания (№1 - №7)
	Обучающийся владеет: основами анализа электрических машин, основами расчета и выбора электрических машин, методами выбора электрических машин для систем электропривода, методами анализа устойчивости систем электропривода, методами проектирования электропривода.	Задания (№8 - №14)

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

- 1) ответ на билет, состоящий из тестовых вопросов, задач и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС Университета.

Промежуточная аттестация (курсовая работа) проводится в одной из следующих форм:

- 1) Публичная защита курсовой работы

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 знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.6: Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов	Обучающийся знает: Виды электрических машин и их принцип действия. Теорию и конструкцию электрических машин. Основы расчета и выбора электрических машин. Основы проектирования электрических машин. Основы анализа и выбора электрических машин для электропривода.

Примеры вопросов 1. У однофазного понижающего трансформатора известны следующие величины:

$U_{2H} = 100В; I_{2H} = 20А; K_{ТР} = 4$. Пренебрегая током холостого хода, определить U_{1H} и I_{1H} .

1. 25В; 80А; 2. 25В; 5А; 3. 400В; 5А.

2. Какой способ пуска СД нашел наибольшее применение?

1) при помощи вспомогательного двигателя; 2) асинхронный пуск.

3. Определить ЭДС СГ в генераторном режиме работы машины при напряжении $U = 220 В$ и падения напряжения в цепи якоря 4,5% от U .

1) 150 В; 2) 300 В; 3) 230 В.

4. Какова частота ЭДС, наведенной в обмотке статора синхронного генератора, если его ротор имеет одну пару полюсов и вращается со скоростью 3000 об/мин?

1. 500 Гц; 2. 50 Гц; 3. 100 Гц.

5. Что представляет собой синхронный компенсатор, применяемый на подстанциях для повышения $\cos \varphi$? . Способы синхронизации при включения СГ в сеть на параллельную работу.

1. двигатель постоянного тока; 2. синхронный двигатель, работающий на холостом ходу;

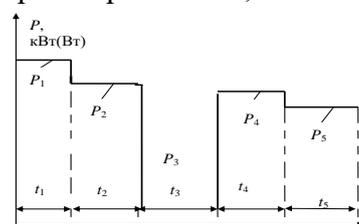
3. асинхронный двигатель.

6. Определить ток якоря генератора, если ЭДС обмотки якоря составляет $E_{\Sigma} = 113,84 В$, и ее сопротивление $R_{\Sigma} = 0,128 Ом$ при напряжении на зажимах $U = 110 В$.

1) 28 А; 2) 30 А; 3) 33 А.

7. Назовите основные регулируемые координаты ЭП. 1 – скорость вращения, 2 – ток, 3 – момент, 4 – точность позиционирования (положение), 5 – другие. 1 -1,2; 2- 1, 2, 3, 4; 3 – 5.

8. Нагрузочная диаграмма. Какой режим работы ЭП отражен на нагрузочной диаграмме? 1 – кратковременный, 2 – повторно-кратковременный, 3 – длительный с постоянной нагрузкой.



9. Методы расчета мощности ЭД. Какая формула определения мощности ЭД приведена? 1- метод средних потерь; 2 – метод эквивалентных величин; 3 – метод последовательных приближений.

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.

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3 + \dots + P_i^2 t_i}{t_1 + t_2 + t_4 + \dots + t_i}}$$

10. Какие ЭД в системе ЭП сохраняют большую перегрузочную способность? АД? СД? ДПТ?

11. Принципы формирования системы АЭП. 1) по отклонению, 2) по возмущению, 3)

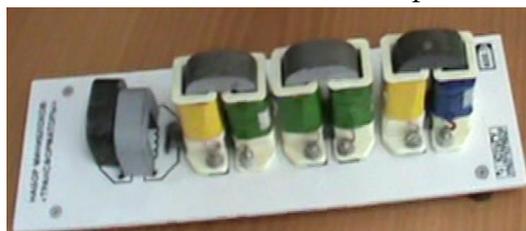
комбинированный. 1) 1, 2; 2) 1, 2, 3; 3) 1, 3.

2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ОПК-1.6: Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов	Обучающийся умеет: Анализировать электрические машины и их характеристики. Рассчитывать и выбирать электрические машины и их элементы. Обеспечивать устойчивость систем электропривода. Согласовывать рабочие характеристики выбранных электрических машин с системами электропривода. Проводить исследования по анализу устойчивости и качеству системы электропривода.

Задание 1. Идентифицировать модель устройства. Определить элементы конструкции. Какова номинальная мощность однофазного трансформатора, если $U_{1H} = 220\text{В}$; $I_{1H} = 10\text{А}$?



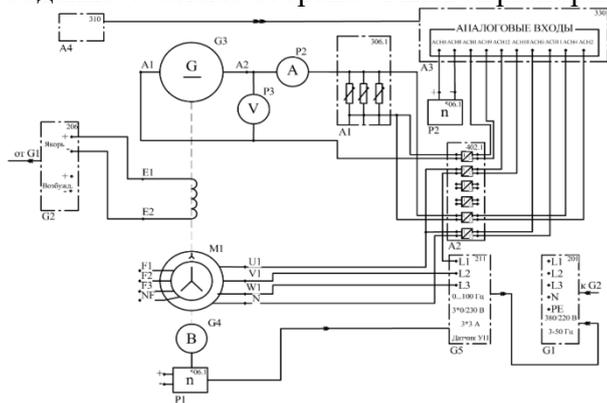
Задание 2. Электродвигатель при напряжении на зажимах $U_H = 220\text{ В}$ и токе в якоре $46,6\text{ А}$ развивает электромагнитный вращающий момент $9,94\text{ кГм}$ при постоянной величине машины $C_M = 20,9$.

Определить магнитный поток возбуждения.

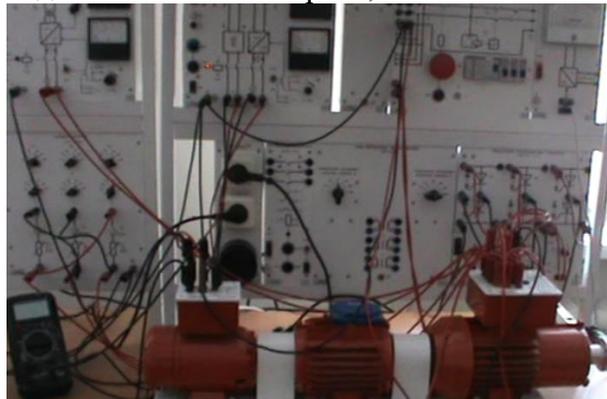
Задание 3. Идентифицировать ЭМ на рисунке. Определить элементы конструкции.



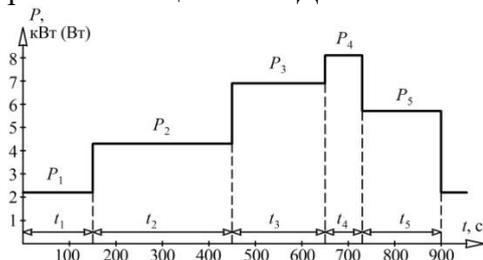
Задание 4. Схема собрана. Снять характеристику холостого хода ГПТ?



Задание 5. Схема собрана, выполнить опыт синхронизации СГ с сетью ручным способом



Задание 6. Идентифицировать режим работы ЭП по нагрузочной диаграмме, перечислить методы расчета мощности ЭД.



Задача 7. АД типа 4АН160S4 имеет характеристики (таблица), Рассчитать потери мощности в АД при его работе с моментом $M_c=0,9M_{ном}$ на естественной характеристике, если соотношение $R_1/R_2' = 0,6$.

$P_{ном}$	$n_{ном}$	$I_{1ном}$	$\eta_{ном}$	$\cos\phi_{ном}$	$M_{пуск}/M_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$	J
кВт	об/мин	А	%				кг·м ²
18,5	1450	36,5	88	0,87	1,3	2,1	0,37

ОПК-1.6: Применяет основные понятия и законы электротехники для расчета электрических цепей, характеристик электрических машин, механической и электрической части электропривода технологических установок транспортных объектов

Обучающийся владеет: Основами анализа электрических машин. Основами расчета и выбора электрических машин. Методами выбора электрических машин для систем электропривода. Методами анализа устойчивости систем электропривода. Методами проектирования электропривода.

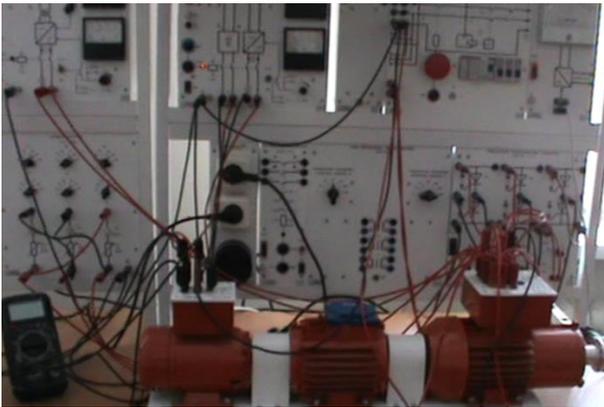
Задание 8. Определить магнитный поток Φ возбуждения генератора при $U_n = 115$ В, токе нагрузки $I_a = 149$ А, сопротивлении обмотки якоря $r_a = 0,0424$ Ом при постоянной величине машины $C_e = 7,9$ и скорости вращения якоря $n_a = 1460$ об/мин.

Задача 9. Устройство какой машины показано на рисунке? Назвать элементы устройства.

Трехфазный АД серии АО2 имеет следующие паспортные данные: $P_{2н} = 30$ кВт, $U_{1н} = 380$ В, $I_{1н} = 105$ А, $\eta_{н} = 85$ %, схема соединения обмоток – Δ . Определить величину $\cos\phi_1$ двигателя.

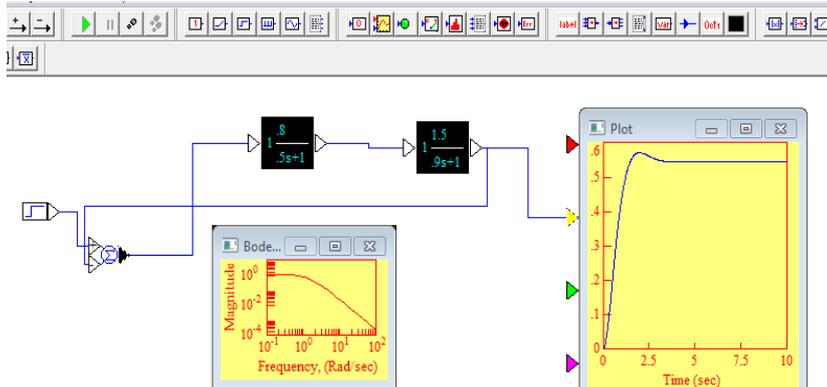


Задание 10. Схема собрана, осуществить асинхронный пуск СД. Какова частота ЭДС, наведенной в обмотке статора синхронного генератора, если его ротор имеет две пары полюсов и вращается со скоростью 1500 об/мин?

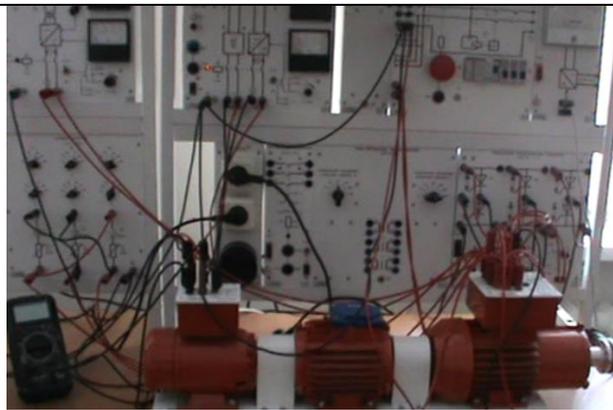


Задание 11. ДПТ параллельного возбуждения работает от сети напряжением $U_{н} = 220$ В. При номинальной нагрузке и скорости вращения $n_{н} = 1500$ об/мин потребляет ток $I_{н} = 43$ А, а также сопротивления обмотки якоря $\Sigma r = 0,25$ Ом и обмотки возбуждения $R_{в} = 150$ Ом. Требуется определить КПД двигателя ($I_0 = 4$ А).

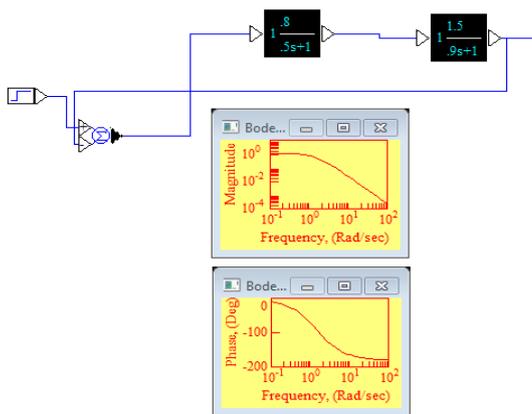
Задание 12. Охарактеризовать ПП АЭП. Сделать вывод об устойчивости системы ЭП. Определить показатели качества.



Задание 13. Схема собрана, реализовать реверс СД.



Задание 14. Определить устойчивость АЭП по частотным характеристикам. Какой критерий применен? Определить частоту среза.



2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Электрические машины и их применение на жд. т. Классификация электрических машин.
2. Синхронный генератор в режиме холостого хода, характеристика, векторная диаграмма.
3. Устройство и принцип действия трансформатора.
4. Работа синхронного генератора под нагрузкой. Уравнение напряжений и векторная диаграмма.
5. Холостой ход трансформатора. Уравнение напряжений и векторная диаграмма.
6. Уравнение напряжений и векторные диаграммы синхронного генератора при индуктивной и емкостной нагрузках. Внешняя и регулировочная характеристики генератора.
7. Работа трансформатора при нагрузке. Уравнение напряжений. Векторная диаграмма и эквивалентные схемы замещения.
8. Включение синхронных генераторов на параллельную работу.
9. Уравнение напряжений и векторная диаграмма трансформатора при нагрузке. Внешняя характеристика трансформатора.
10. Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Электромагнитный вращающий момент генератора. Угловая характеристика.
11. Приведенный трансформатор. Формулы приведения. Уравнение напряжений. Векторная диаграмма.
12. Синхронный электродвигатель. Пуск в ход. Рабочие характеристики.
13. Потери и КПД трансформатора. Режимы холостого хода и короткого замыкания.

14. Влияние тока возбуждения на работу синхронной машины. U-образные характеристики. Синхронный компенсатор.
15. Трехфазный трансформатор. Устройство и принцип действия. Схемы соединения обмоток. Векторные диаграммы напряжений.
16. Устройство, принцип действия и области применения машин постоянного тока.
17. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Группы соединений и векторные диаграммы напряжений.
18. Реакция якоря машин постоянного тока. Коммутация тока и способы ее улучшения.
19. Автотрансформатор, устройство, принцип действия и область применения.
20. Потери энергии и КПД машин постоянного тока.
21. Измерительные трансформаторы. Принцип действия и область применения.
22. Генераторы постоянного тока и их характеристики.
23. Конструкция силовых трехфазных трансформаторов. Принцип определения электродинамических сил в силовых трансформаторах.
24. Перевод машины постоянного тока из генераторного режима в двигательный. Уравнение мощностей генератора.
25. Получение вращающегося магнитного поля в асинхронном электродвигателе.
26. Вращающий момент и скорость вращения двигателей постоянного тока.
27. Устройство, принцип действия и применение асинхронного двигателя с фазным ротором.
28. Типы электродвигателей постоянного тока, их рабочие и механические характеристики.
29. Основные конструктивные элементы, принцип действия и применение асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
30. Регулирование скорости вращения электродвигателей постоянного тока.
31. ЭДС статора и ротора трехфазного асинхронного двигателя.
32. Реверсирование и торможение электродвигателей постоянного тока.
33. Намагничивающие силы асинхронного двигателя. Уравнения намагничивающих сил и токов. Векторная диаграмма токов.
34. Электромашинный усилитель. Устройство, принцип действия, применение.
35. Уравнения и векторная диаграмма напряжений и токов асинхронного двигателя при нагрузке.
36. Коллекторные двигатели переменного тока, устройство, принцип действия, применение.
37. Схема замещения и энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
38. Бесконтактный электродвигатель постоянного тока, устройство, принцип действия, применение.
39. Энергетическая диаграмма и вращающий момент асинхронного двигателя.
40. Синхронные электродвигатели с постоянными магнитами, реактивные, гистерезисные, редукторные. Устройство, принцип действия, применение.
41. Зависимость вращающего момента от скольжения асинхронного двигателя. Критический момент и скольжение. Устойчивость асинхронного двигателя.
42. Шаговые и асинхронные исполнительные электродвигатели. Устройство, принцип действия и применение.
43. Пуск в ход и механическая характеристика асинхронного двигателя с фазным ротором.
44. Сельсины и вращающиеся трансформаторы. Устройство, принцип действия, применение.
45. Пуск в ход и механическая характеристика асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
46. Тахогенераторы постоянного и переменного токов. Устройство, принцип действия, применение.
47. Асинхронные двигатели с двойной "беличьей клеткой" и глубоким пазом короткозамкнутого ротора. Устройство, принцип действия, применение.
48. Выбор мощности электродвигателя для различных режимов работы.
49. Потери и КПД асинхронного электродвигателя.
50. Понятие электропривода. Структурная схема электропривода. Назначение основных элементов структурной схемы.
51. Рабочие и механические характеристики асинхронного двигателя.
52. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции к валу двигателя.
53. Регулирование скорости вращения асинхронных электродвигателей.
54. Механические характеристики электродвигателей и производственных механизмов.
55. Торможение асинхронных электродвигателей.
56. Уравнение движения электропривода. Статическая устойчивость электропривода.

57. Однофазный асинхронный электродвигатель. Устройство, принцип действия, применение.
58. Диапазон регулирования скорости электропривода. Статические ошибки.
59. Синхронные машины. Устройство, принцип действия, применение.
60. Механические характеристики и способы регулирования скорости вращения ДПТ.

Учебным планом предусмотрена курсовая работа. Курсовая работа выполняется по теме – «Расчет магнитной цепи машины постоянного тока, расчет и анализ устойчивости системы электропривода постоянного тока». Целью курсовой работы является закрепление знаний, полученных на практических, лабораторных и лекционных занятиях по дисциплине «Электрические машины и электропривод»; приобретение студентами навыков конструктивного, электрического расчета системы электропривода, исследование его на устойчивость. В курсовой работе требуется:

1. Рассчитать и вычертить эскиз магнитной цепи (МЦ) машины постоянного тока (МПТ) для одной пары полюсов.
2. Выполнить проверочный расчет магнитной цепи при холостом ходе. Использовать ПО «Ротор».
3. Рассчитать и вычертить схему–развертку обмотки якоря и схему ее параллельных ветвей; необходимо:– определить параметры обмотки – число секций, число витков в секции, шаги y_1 , y , y_2 ; – составить таблицу обмотки;– вычертить схему–развертку обмотки, нанести на нее контуры главных и дополнительных полюсов, задаться направлением вращения якоря и определить полярность щеток и дополнительных полюсов;– вычертить схему параллельных ветвей обмотки якоря, указав номера секций.
4. На примере ДПТ независимого возбуждения (ДПТНВ) разработать систему электропривода с управлением по скорости.
5. Выбрать П или ПИ закон регулирования.
6. Составить структурную схему замкнутого управляемого электропривода на базе ДПТНВ.
7. Исследовать разработанную систему электропривода на устойчивость в среде программирования VisSim.

По указанным исходным данным требуется: рассчитать силовой трехфазный трансформатор с масляным охлаждением; выполнить чертеж рассчитанного трансформатора. В программу расчета входит: выбор конструкции магнитной системы и конструкции главной изоляции; расчет обмоток высокого и низкого напряжений; определение параметров короткого замыкания; расчет магнитной системы, определение потерь и тока холостого хода; определение коэффициента полезного действия; выполнение теплового расчета и расчета охладительной системы; определение масс активных материалов и трансформатора в целом.

Контрольные вопросы для подготовки к защите курсовой работы

1. Назовите виды электрических машин.
2. Дайте понятие магнитной цепи.
3. Назовите этапы расчёта магнитной цепи.
4. Каково назначение магнитной цепи?
5. Назовите основные элементы устройства машины постоянного тока.
6. Э. Д. С. и электромагнитный момент МПТ.
7. Назовите виды обмоток. Приведите основные параметры обмотки.
8. Приведите схему обобщенной структуры ЭП.
9. Каково назначение БУ.
10. Перечислите принципы построения управляемого ЭП.
11. Назовите основные регулируемые координаты ЭП.
12. Как осуществляется выбор мощности ЭД?
13. Перечислите основные способы регулирования частоты вращения ДПТ.
14. Назовите режимы работы ЭП.
15. Дайте понятие переходного процесса.
16. Дайте понятие устойчивости системы ЭП.
17. Назовите косвенные методы определения устойчивости.
18. Какую функцию выполняет передаточное устройство в электроприводе?
19. Назовите типовые законы регулирования.
20. Что является неизменным элементом конструкции машин постоянного тока.
21. Как записывается формула ЭДС, снимаемой с обмотки якоря машины постоянного тока?

22. В каком случае направление вращения двигателя постоянного тока с самовозбуждением изменится?
23. Каким из способов регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока можно обеспечить диапазон регулирования от n_n до 0?
24. Как влияет ослабление магнитного потока возбуждения в ДПТ на скорость вращения?
25. Косвенные критерии качества.
26. Назовите показатели качества переходного процесса.
27. Назовите основные критерии выбора ЭД для электроприводов.
28. Как осуществляется расчет мощности ЭД?
29. Назовите режимы работы ЭП.
30. Перечислите принципы построения управляемого ЭП.
31. Назовите основные регулируемые координаты ЭП.
32. Дайте понятие устойчивости системы АЭП.
33. Назовите методы расчета мощности ЭД при продолжительной переменной нагрузке.
34. Назовите основные элементы системы АЭП.
35. Приведите формулу продолжительности включения.
36. Изложите методику расчета мощности ЭД при повторно-кратковременной нагрузке.
37. Назовите основные параметры повторно-кратковременного режима работы ЭП.
38. Как осуществляется проверка на перегрузочную способность?
39. Из каких этапов состоит процесс реверса ЭД?
40. Перечислите основные способы регулирования скорости АД с короткозамкнутым ротором.
41. Приведите типовую схему ПЧ.
42. Дайте пояснения критерию U/f .
43. Как управляют координатой скорости ЭП изменением числа пар полюсов?
44. Назовите основные регулируемые координаты ЭП АД с ФР.
45. Перечислите основные способы регулирования частоты вращения АД с фазным ротором.
46. Какие возможности по управлению АД обеспечивает регулирование напряжения на статоре?
47. Назовите способы регулирования координаты скорости ЭП АД с ФР.
48. Назначение СП в структуре ЭП.
49. Назначение ПУ в структуре ЭП.
50. В чем суть принципа подчиненного регулирования?

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

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационные билеты должны быть утверждены (или переутверждены) заведующим кафедрой. Количество билетов должно быть определено с учетом количества студентов в экзаменуемых группах плюс пять билетов дополнительно. К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие следующие требования: сданная контрольная работа на положительную оценку, выполненные и отчитанные лабораторные работы, наличие письменного отчета по практическим и лабораторным занятиям. На подготовку к ответу по билету обучающемуся дается 45 минут.

Экзаменационный билет состоит из трех вопросов:

1. Тестовые вопросы.
2. Решение задачи.
3. Выполнение практического задания.

По итогам выполнения заданий билета проводится собеседование.

При проведении тестирования обучающимся выдается задание, состоящее из десяти вопросов, отражающих основной теоретический материал с требуемым количеством вариантов ответов. Тесты построены таким образом, что при их выполнении необходимо найти требуемое определение, формулу, точку на механической характеристике или саму графическую зависимость. При этом задания могут включать в себя вопросы, в которых необходимо найти как правильный, так и ошибочный ответ.

Обучающийся при ответе на поставленные вопросы должен четко формулировать свой ответ с подробным пояснением и использованием графиков, эскизов или математических зависимостей.

Для лучшего освоения материала, полученного на лекционных и практических занятиях, обучающимся предлагается производить подробный анализ и разбор конкретных производственных ситуаций, где могут быть использованы электрические машины со схемами управления. После чего выработать технически грамотное решение.

Критерии формирования оценок по защите курсовой работы

Оценку «Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в которой отражены все необходимые результаты проведенных расчетов без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

Оценку «Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проведенных расчетов, сделаны обобщающие выводы. При этом при ответах на вопросы преподавателя обучающийся допустил не более одной грубой ошибки или двух негрубых ошибок.

Оценку «Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проведенных расчетов, сделаны обобщающие выводы. При этом при ответах на вопросы преподавателя обучающийся допустил две-три грубые ошибки или четыре негрубых ошибок.

Оценку «Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за курсовую работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно», либо работа выполнена обучающимся не самостоятельно.

Виды ошибок:

- грубые: неумение сделать обобщающие выводы, отсутствие знаний методик расчетов.
- негрубые: неточности в выводах, ошибки в построении схем и графиков, нарушение требований оформления.

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 объема заданных вопросов;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;

- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по выполнению решения задачи

Оценку «зачтено» – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие решенную задачу в соответствии с предъявляемыми требованиями, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя. В представленном решении отражены все необходимые результаты проведенных расчетов без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы.

Оценку «не зачтено» – получают обучающиеся, если задача не решена, или решена неправильно, а обучающийся не сумел ответить на вопросы преподавателя по решению задачи, или представленное решение не соответствует требованиям (содержит ошибки, в том числе по оформлению, отсутствуют выводы).

Критерии формирования оценок по выполнению практических заданий

Оценку «зачтено» – получают обучающиеся, обладающие знаниями о режимах работы электрических машин и способные идентифицировать эти режимы, имеющие навыки в использовании контрольно-измерительной аппаратуры и способные применить их для измерения параметров электрических машин, правильно выполнившие все необходимые измерения и дополнительные расчеты при проведении натурных исследований, сделавшие обобщающие выводы на основании проведенных замеров.

Оценку «не зачтено» - получают обучающиеся, не обладающие знаниями о режимах работы электрических машин, не способные их идентифицировать, не способные с помощью контрольно-измерительной аппаратуры определить параметры электрических машин, провести их анализ и сделать обобщающие выводы.

Критерии формирования оценок по экзамену

Оценка «Отлично» (5 баллов) – студент демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

Оценка «Хорошо» (4 балла) – студент демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

Оценка «Удовлетворительно» (3 балла) – студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляются конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

Оценка «Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.