МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ А.В. Бурковский
«31» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Электрические машины»

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы _____ /Писаревский Ю.В./

Заведующий кафедрой
Электромеханических
систем и электроснабжения _____ /Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП _____ /Ситников Н.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

– формирование у студентов компетенций в области электромеханического преобразования энергии, осуществляемого при посредстве различных электрических машин;

– развитие навыков практического применения электрических машин и трансформаторов в области производства, передачи и распределения электроэнергии.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний, умений и навыков в области теоретических основ электромеханического преобразования энергии, а также при эксплуатации, испытаниях и проектировании, электрических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электрические машины» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электрические машины» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ПК-3 - способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать - основы теории электрических машин и соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах, методы теоретического и экспериментального исследования электрических машин.
	Уметь - применять соответствующий физико-математический аппарат при анализе и моделировании электромагнитных процессов в электрических машинах, выполнять теоретические и экспериментальные исследования электрических

	машин
	Владеть - методами анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах и методами теоретического и экспериментального исследования электрических машин.
ПК-3	Знать - основы теории проектирования электрических машин общепромышленного применения с использованием нормативно-технической документации
	Уметь - проектировать электрические машины с учетом нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
	Владеть - навыками разработки проектных решений основных типов электрических машин с учетом требований нормативно-технической документации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические машины» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	144	126	18
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+

Общая трудоемкость академические часы з.е.	324 9	198 5.5	126 3.5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	6	2	4
Лабораторные работы (ЛР)	10	6	4
Самостоятельная работа	287	141	146
Курсовой проект	+		+
Контрольная работа	+	+	
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	0 9	157 4.36	167 4.64

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в электромеханику	Общие сведения о электрических машинах и трансформаторах. Электрические машины постоянного и переменного тока.	4	2	–	14	20
2	Трансформаторы	Принцип действия трансформатора. Холостой ход и короткое замыкание трансформаторов. Схемы и группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Параметры трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Несимметричные и нестационарные режимы работы трехфазных трансформаторов.	12	6	14	42	74

3	Общие вопросы теории машин переменного тока	Устройство основных видов машин переменного тока. ЭДС и МДС создаваемые обмотками машин переменного тока. Магнитные поля, создаваемые обмотками машин переменного тока.	6	2	–	21	29
4	Асинхронные машины	Режимы работы и устройство асинхронной машины. Анализ работы асинхронной машины при вращающемся роторе. Вращающие моменты асинхронных машин. Дополнительные электромагнитные моменты асинхронных машин. Основные свойства и характеристики асинхронного двигателя. Регулирование скорости вращения ротора асинхронного двигателя. Асинхронные машины специального исполнения.	14	8	4	49	75
5	Синхронные машины	Устройство и принцип действия синхронных машин. Параметры синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора при автономной нагрузке. Работа синхронного генератора при несимметричной нагрузке. Параллельная работа синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов при параллельной работе с мощной сетью. Работа синхронной машины в режиме двигателя. Характеристики синхронных двигателей. Синхронные двигатели и компенсаторы. Пуск синхронных двигателей и компенсаторов.	20	10	10	10	50
6	Машины постоянного тока	Принцип действия машин постоянного тока. Общие вопросы теории машин постоянного тока. Магнитное поле машин постоянного тока. Работа коллекторного узла машины. Способы улучшения коммутации. Работа машины постоянного тока в режиме генератора. Работа машины постоянного тока в режиме двигателя. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока.	16	8	8	8	40
		Итого	**72**	**36**	**36**	**144**	**288**

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в электромеханику	Общие сведения о электрических машинах и трансформаторах. Электрические машины постоянного и переменного тока.	4	2	–	14	20
2	Трансформаторы	Принцип действия трансформатора. Холостой ход и короткое замыкание трансформаторов. Схемы и группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Параметры трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Несимметричные и нестационарные режимы работы трехфазных трансформаторов.	12	6	14	42	74
3	Общие вопросы теории машин переменного тока	Устройство основных видов машин переменного тока. ЭДС и МДС создаваемые обмотками машин	6	2	–	21	29

		переменного тока. Магнитные поля, создаваемые обмотками машин переменного тока.					
4	Асинхронные машины	Режимы работы и устройство асинхронной машины. Анализ работы асинхронной машины при вращающемся роторе. Вращающие моменты асинхронных машин. Дополнительные электромагнитные моменты асинхронных машин. Основные свойства и характеристики асинхронного двигателя. Регулирование скорости вращения ротора асинхронного двигателя. Асинхронные машины специального исполнения.	14	8	4	49	75
5	Синхронные машины	Устройство и принцип действия синхронных машин. Параметры синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора при автономной нагрузке. Работа синхронного генератора при несимметричной нагрузке. Параллельная работа синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов при параллельной работе с мощной сетью. Работа синхронной машины в режиме двигателя. Характеристики синхронных двигателей. Синхронные двигатели и компенсаторы. Пуск синхронных двигателей и компенсаторов.	20	10	10	10	50
6	Машины постоянного тока	Принцип действия машин постоянного тока. Общие вопросы теории машин постоянного тока. Магнитное поле машин постоянного тока. Работа коллекторного узла машины. Способы улучшения коммутации. Работа машины постоянного тока в режиме генератора. Работа машины постоянного тока в режиме двигателя. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока.	16	8	8	8	40
		Итого	**72**	**36**	**36**	**144**	**288**

5.2 Перечень лабораторных работ

– Принцип действия и устройство трансформатора;

– Испытание однофазного двухобмоточного трансформатора;

– Исследование намагничивания сердечника трансформатора;

– Группы соединения обмоток и параллельная работа трансформатора;

– Испытание трёхфазного трансформатора при несимметричной нагрузке;

– Испытание трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;

– Испытание трёхфазного асинхронного двигателя с фазным ротором;

– Испытание трёхфазного синхронного генератора при работе на автономную нагрузку;

– Определение параметров трёхфазного синхронного генератора в установившемся режиме работы;

– Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью;

– Испытание трёхфазного синхронного двигателя;

– Испытание генератора постоянного тока с независимым возбуждением;

– Испытание генератора постоянного тока параллельного и смешанного возбуждения;

– Испытание двигателя постоянного тока.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 5 семестре для очной формы обучения, в 6 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Электродвигатель асинхронный трёхфазный с короткозамкнутым ротором»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

• определение главных размеров машины;

• выбор количества пазов статора, числа витков и площади поперечного сечения провода обмотки статора;

• выбор размеров зубцовой зоны статора и воздушного зазора;

• выбор геометрии ротора;

• расчет магнитной цепи;

• расчёт параметров рабочего режима;

• расчет потерь;

• расчёт и построение рабочих характеристик машины;

• расчёт и построение пусковых характеристик;

• тепловой расчёт

• проверка условий охлаждения двигателя;

• механический расчёт вала.

Курсовой проект включат в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован

ОПК-2	Знать - основы теории электрических машин и соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах, методы теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - применять соответствующий физико-математический аппарат при анализе и моделировании электромагнитных процессов в электрических машинах, выполнять теоретические и экспериментальные исследования электрических машин	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - методами анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах и методами теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать - основы теории проектирования электрических машин общепромышленного применения с использованием нормативно-технической документации	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - проектировать электрические машины с учетом нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - навыками разработки проектных решений основных типов электрических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	машин с учетом требований нормативно-технической документации	курсового проекта	программах	программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 4 семестре для очной формы обучения, 5, 6 семестре для заочной формы обучения по двух/четырехбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компе-тенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	Знать - основы теории электрических машин и соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах, методы теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь - применять соответствующий физико-математический аппарат при анализе и моделировании электромагнитных процессов в электрических машинах, выполнять теоретические и экспериментальные исследования электрических машин	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - методами анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах и методами теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать - основы теории проектирования электрических машин общепромышленного применения с использованием нормативно-	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	технической документации			
	Уметь - проектировать электрические машины с учетом нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - навыками разработки проектных решений основных типов электрических машин с учетом требований нормативно-технической документации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компе-тенция	**Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции**	**Критерии оценивания**	**Отлично**	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неудовл.**
ОПК-2	основы теории электрических машин и соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах, методы теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	применять соответствующий физико-математический аппарат при анализе и моделировании электромагнитных процессов в электрических машинах, выполнять теоретические и экспериментальные исследования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	электрических машин					
	методами анализа и моделирования электромагнитных процессов в электрических машинах и методами теоретического и экспериментального исследования электрических машин.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать - основы теории проектирования электрических машин общепромышленного применения с использованием нормативно-технической документации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь - проектировать электрические машины с учетом нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - навыками разработки проектных решений основных типов электрических машин с учетом требований нормативно-технической документации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какие преимущества имеют асинхронные двигатели с фазным ротором, по сравнению с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором? Укажите неправильный ответ.

Асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие преимущества перед асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором:

а) имеет лучшие пусковые характеристики;

б) проще в эксплуатации и более дёшевы;

в) имеют лучшие регулировочные свойства;

г) введением в цепь ротора добавочной э.д.с. можно регулировать скорость вращения ротора выше синхронной скорости.

2. Скольжение, соответствующее максимальному электромагнитному моменту, называется критическим S_m. Чему равно критическое скольжение асинхронного двигателя нормального исполнения? Укажите правильный ответ:

а) $S_m = 0{,}03$;

б) $S_m = 1{,}0$;

в) $S_m = 0{,}12 \div 0{,}20$;

г) $S_m = 0{,}6 \div 0{,}7$.

3. Как проводится опыт холостого хода асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором? Укажите неправильный ответ.

а) к обмотке статора подводится номинальное напряжение $U_1 = U_н$ при $f_1 = f_н = const$;

б) асинхронный двигатель пускается в ход и работает без нагрузки на валу $(M_2 = 0)$;

в) частота вращения ротора приблизительно равна синхронной;

г) опыт холостого хода провести нельзя т.к. при этом обмотка ротора должна быть разомкнута.

4. Какой из ниже перечисленных параметров асинхронного двигателя не зависит от активного сопротивления роторной цепи?

а) ток в обмотке статора;

б) ток в обмотке ротора;

в) критическое скольжение S_m;

г) максимальный электромагнитный момент.

5. Укажите основную причину, вследствии которой асинхронные генераторы получают ограниченное применение:

а) частота вращения ротора асинхронного генератора больше синхронной;

б) магнитное поле в генераторном режиме вращается относительно ротора в противоположном направлении;

в) электромагнитный момент является тормозящим;

г) намагничивающий ток, а следовательно и мощность возбуждения составляют $(20 \div 50)\%$ от номинальных значений.

6. В каких пределах изменяется скольжение при работе асинхронной машины в режиме электромагнитного тормоза? Укажите правильный ответ:

а) $S = 0 \div -\infty$;

б) $S = 0 \div 1{,}0$;

в) $S = 0 < 1{,}0$;

г) $S = 1{,}0 \div \infty$.

7. Как соединить обмотку статора 3-х фазного асинхронного двигателя для работы при номинальном напряжении, если напряжение питающей сети 380 В, а на паспорте двигателя указано номинальное напряжение 220/380 В? Обмотка статора имеет шесть выводов. Укажите правильный ответ.

а) звездой (Y);

б) треугольником (Δ);

в) безразлично (Y) или (Δ);

г) данных недостаточно, чтобы определить способ соединения.

8. Какой из перечисленных ниже способов пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором является более простым и экономичным? Укажите правильный ответ:

а) прямое включение в сеть;

б) реакторный пуск;

в) автотрасформаторный пуск;

г) пуск при переключении обмотки «звезда - треугольник».

9. В каком отношении находится частота вращения ротора n и частота вращения магнитного поля статора $n_1 = f_1 / p$ при работе 3-х фазной асинхронной машины в режиме двигателя? Укажите правильный ответ:

а) $n < n_1$;

б) $n = n_1$;

в) $n > n_1$;

г) $n \geq n_1$.

10. Как будет изменяться пусковой момент асинхронного двигателя, если активное сопротивление обмотки ротора увеличивать при условии, что $r_2' > x_1 + x_2'$? Укажите правильный ответ:

а) M_n будет увеличиваться;

б) M_n будет оставаться постоянным;

в) M_n будет уменьшаться;

г) данных для того, чтобы правильно ответить недостаточно.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определите коэффициент мощности $cos\varphi_н$ трехфазного асинхронного двигателя, имеющего следующие данные: $P_н$ = 40 кВт, $U_н$ = 220/380 В, $I_н$ = 135/77,5 А, $\eta_н = 0{,}89$. Укажите правильный ответ:

а) $cos\varphi_н = 0{,}5$;

б) $cos\varphi_н = 0{,}68$;

в) $cos\varphi_н = 0{,}78$;

г) $cos\varphi_н = 0{,}90$.

2. Определить сопртивление пускового реостата, которое нужно включить в каждую фазу асинхронного двигателя с фазным ротором, чтобы получить максимальный пусковой момент если активное сопротивление фазовой обмотки ротора равно $r_2 = 0{,}0256$ Ом, а критическое скольжение $S_m = 0{,}22$. Укажите правильный ответ:

а) $r_д = 0{,}09$ Ом;

б) $r_д = 0{,}1156$ Ом;

в) $r_д = 0{,}0312$ Ом;

г) $r_д = 0{,}1412$ Ом;

3. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором работая при U_1 = 380 В, f_1 = 50 Гц, развивает на валу полезный момент M_2 = 141 Н·м, вращаясь с частотой n = 250 об/мин и потребляя из сети ток I_1 = 31 А при $\cos\varphi$ = 0,82. Определить полезную мощность P_2, потребляемую мощность P_1, к.п.д. η и скольжение. Укажите неправильный ответ

а) $P_2 = 14{,}75$ кВт;

б) $s = 2{,}5$ %;

в) $P_1 = 16{,}75$ кВт;

г) $\eta = 0{,}88$ о.е.

4. Трехфазный асинхронный шестиполюсный двигатель работая при U_1 = 380 В, f_1 = 50 Гц развивает на валу полезный момент M_2 = 700 Н·м, вращаясь со скольжением s = 2 % и потребляя из сети ток I_1 = 140 А и мощьность P_1 = 81 кВт. Определить частоту вращения ротора n, коэффициент мощности $\cos\varphi$, полезную мощность P_2 и к.п.д. η. Укажите неправильный ответ:

а) $n = 980$ об/мин;

б) $\cos\varphi = 0{,}88$ о.е.;

в) $P_2 = 90$ кВт;

г) $\eta = 0{,}905$ о.е.

5. Асинхронный двигатель с фазным ротором с включенными в цепь ротора добавочными сопротивлениями вращается с частотой n = 750 об/мин и потребляет из сети P_1 = 55 кВт. Определить электромагнитную мощность $P_{эм}$, полезную мощность P_2, потери в цепи ротора $P_{эп2}$ (в обмотке и реостате) и электромагнитный момент M, если потери в обмотке и сердечнике статора $P_{эп1} + P_c$ = 5 кВт. Потерями в сердечнике ротора, механическими и добавочными пренебрегаем. Частота вращения магнитного поля n_1 = 1500 об/мин. Укажите неправильный ответ.

а) $P_{эм} = 50$ кВт;

б) $P_2 = 25$ кВт;

в) $M = 159$ Н·м;

г) $P_{эп2} = 25$ кВт.

6. Определить номинальный ток в фазе обмотки статора асинхронного двигателя, имеющего следующие паспортные данные: $P_н$ = 20 кВт; $U_н$ = 220/380 В; $\eta_н$ = 0,86 о.е.; $\cos\varphi_н$ = 0,84. Укажите правильный ответ:

а) 36 А;

б) 42 А;

в) 24,3 А;

г) 30,3 А.

7. На сколько процентов уменьшатся пусковой ток ротора I_2, максимальный момент M_m, критическое скольжение S_m и пусковой момент M_n, если напряжение, подводимое к обмотке статора асинхронного двигателя, уменьшится на 20 %? Укажите неправильный ответ:

а) M_n на 30 %;

б) M_m на 36 %;

в) S_m не уменьшится;

г) I_2 на 36 %.

8. Для трехфазного асинхронного двигателя, работающего от сети с частотой f_1 = 50 Гц при частоте вращения ротора n = 2850 об/мин необходимо определить следующие величины: скольжение S, число пар полюсов p, частоту тока в обмотке ротора f_2, частоту вращения поля ротора относительно ротора n_2. Укажите неправильный ответ:

а) S = 0,02;

б) p = 1;

в) f_2 = 2,5 Гц;

г) n_2 = 150 об/мин.

9. Трехфазный асинхронный четырехполюсный двигатель работая при U_1 = 380 В и f_1 = 50 Гц развивает на валу полезный момент M_2 = 260 Н·м, вращаясь со скольжением s = 2 % и потребляя из сети ток I_1 = 74 А и мощность P_1 = 45 кВт. Определить частоту вращения ротора n, коэффициент мощности $cos\varphi$, полезную мощность P_2 и к.п.д. η. Укажите неправильный ответ:

а) n = 1470 об/мин;

б) $cos\varphi$ = 0,925 о.е.;

в) η = 0,91 о.е.;

г) P_2 = 36,4 кВт.

10. Э.д.с., индуктируемая в обмотке ротора неподвижного четырехполюсного асинхронного двигателя с фазным ротором равна E_2 = 90 В. Каково будет значение этой э.д.с., если ротор вращается с частотой n^a = 1455 об/мин и $n^б$ = 1460 об/мин? Укажите правильный ответ:

а) $E_2^a = 88$ В, $E_2^б = -88$ В;

б) $E_2^a = 2{,}7$ В, $E_2^б = 177$ В;

в) $E_2^a = 5{,}4$ В, $E_2^б = 88{,}5$ В;

г) $E_2^a = 2{,}7$ В, $E_2^б = 183$ В.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток Φ = 0,028 Вб; число последователь соединенных витков в обмотке статора w_1 = 18; номинальное скольжение $s_{ном}$ = 0,04; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,95; количество полюсов $2p$ = 4. Требуется определить: ЭДС обмотки статора $E_{1ф}$, В; ЭДС обмотки неподвижного ротора E_2, В; ЭДС обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту ЭДС ротора при номинальном скольжении f_2, Гц; номинальную частоту вращения ротора $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $E_{1ф} = 90$ В; $E_2 = 4$ В; $E_{2s} = 0{,}20$ В; $f_2 = 6$ Гц; $n_{ном} = 1400$ об/мин;

б) $E_{1ф} = 106$ В; $E_2 = 3$ В; $E_{2s} = 0{,}12$ В; $f_2 = 2$ Гц; $n_{ном} = 1440$ об/мин;

в) $E_{1ф} = 100$ В; $E_2 = 5$ В; $E_{2s} = 0{,}10$ В; $f_2 = 3{,}5$ Гц; $n_{ном} = 1450$ об/мин;

г) $E_{1ф} = 108$ В; $E_2 = 3$ В; $E_{2s} = 0{,}11$ В; $f_2 = 2{,}5$ Гц; $n_{ном} = 1340$ об/мин.

2. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие параметры: максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре B_δ = 1,5 Тл; диаметр расточки статора D_1 = 180 мм; длина сердечника статора l_1 = 141 мм; число полюсов в обмотках статора и ротора $2p$ = 4; число последовательно соединенных витков в фазной обмотке статора w_1 = 48 и ротора w_2 = 8; обмоточный коэффициент для основной гармоники статора $k_{об1}$ = 0,93 и ротора $k_{об2} = k_{об1}$ = 0,93; номинальное скольжение $s_н$ = 8 %. Требуется определить: полюсное деление τ, мм; основной магнитный поток Φ, Вб; ЭДС фазной обмотки статора E_1, В; ЭДС в обмотке неподвижного ротора E_2, В; ЭДС во вращающемся роторе при скольжении s, E_{2s}, В; частота тока в неподвижном роторе f_2, Гц; частота тока во вращающемся роторе при скольжении s, f_{2s}, Гц. Укажите правильный ответ:

а) $\tau = 144$ мм; $\Phi = 0{,}025$ Вб; $E_1 = 180$ В; $E_2 = 29$ В; $E_{2s} = 2{,}0$ В
$f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4{,}5$ Гц.

б) $\tau = 139$ мм; $\Phi = 0{,}021$ Вб; $E_1 = 185$ В; $E_2 = 34$ В; $E_{2s} = 2{,}5$ В
$f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 3{,}5$ Гц.

в) $\tau = 142$ мм; $\Phi = 0{,}022$ Вб; $E_1 = 182$ В; $E_2 = 32$ В; $E_{2s} = 3$ В
$f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4$ Гц.

г) $\tau = 141$ мм; Вб; $E_1 = 188$ В; $E_2 = 31$ В; $E_{2s} = 2{,}5$ В
$f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4$ Гц.

3. Трехфазный асинхронный двигатель включючен в сеть напряжением 380 В, частотой 50 Гц, обмотка статора соеденена «звездой». Статический нагрузочный момент на валу двигателя M_c = 180 Н·м, КПД $\eta_{ном}$ = 82 %, коэффициент мощности $cos\varphi_1$ = 0,80 о.е., скольжение $s_{ном}$ = 4 %, количество полюсов $2p$ = 6. Требуется определить: полезную мощность двигателя $P_{2ном}$, кВт; потребляемую из сети мощность $P_{1ном}$, кВт; ток в фазной обмотке статора $I_{1ном}$, А. Укажите правильный ответ:

а) $P_{2ном} = 18{,}154$ кВт; $P_{1ном} = 22{,}186$ кВт; $I_{1ном} = 38{,}5$ А

б) $P_{2ном} = 18{,}144$ кВт; $P_{1ном} = 22{,}126$ кВт; $I_{1ном} = 41{,}9$ А

в) $P_{2ном} = 18{,}160$ кВт; $P_{1ном} = 22{,}180$ кВт; $I_{1ном} = 40{,}5$ А

г) $P_{2ном} = 18{,}140$ кВт; $P_{1ном} = 22{,}120$ кВт; $I_{1ном} = 41{,}5$ А

4. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток Φ = 0,032 Вб; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,96; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$ = 210 В; номинальная частота вращения $n_{ном}$ = 970 об/мин; количество полюсов $2p$ = 6. Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1; номинальное скольжение $s_{ном}$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2, Гц. Укажите правильный ответ:

а) $w_1 = 31$; $s_{ном} = 0{,}03$ о.е.; $E_2 = 111$ В; $E_{2s} = 3{,}33$ В; $f_2 = 1{,}5$ Гц.

б) $w_1 = 30$; $s_{ном} = 0{,}25$ о.е.; $E_2 = 115$ В; $E_{2s} = 3{,}25$ В; $f_2 = 1{,}3$ Гц.

в) $w_1 = 34$; $s_{ном} = 0{,}15$ о.е.; $E_2 = 110$ В; $E_{2s} = 3{,}30$ В; $f_2 = 1{,}6$ Гц.

г) $w_1 = 28$; $s_{ном} = 0{,}02$ о.е.; $E_2 = 112$ В; $E_{2s} = 3{,}28$ В; $f_2 = 1{,}2$ Гц.

5. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток Φ = 0,048 Вб; число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 = 24; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,96; номинальное скольжение $s_{ном}$ = 0,05; количество полюсов $2p$ = 2. Требуется определить: э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2, Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $E_{1ф} = 246$ В; $E_2 = 5{,}4$ В; $E_{2s} = 0{,}27$ В; $f_2 = 2{,}5$ Гц; $n_{ном} = 2850$ об/мин.

б) $E_{1ф} = 250$ В; $E_2 = 5{,}2$ В; $E_{2s} = 0{,}25$ В; $f_2 = 2{,}7$ Гц; $n_{ном} = 2855$ об/мин.

в) $E_{1ф} = 240$ В; $E_2 = 5{,}6$ В; $E_{2s} = 0{,}28$ В; $f_2 = 2{,}3$ Гц; $n_{ном} = 2900$ об/мин.

г) $E_{1ф} = 242$ В; $E_2 = 5{,}5$ В; $E_{2s} = 0{,}30$ В; $f_2 = 3{,}0$ Гц; $n_{ном} = 2840$ об/мин.

6. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 = 16; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,98; номинальное скольжение $s_{ном}$ = 0,04; количество полюсов $2p$ = 4; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$ = 98 В. Требуется определить: основной магнитный поток Φ; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2, Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $\Phi = 0{,}025$ Вб; $E_2 = 3{,}5$ В; $E_{2s} = 0{,}10$ В; $f_2 = 2{,}2$ Гц; $n_{ном} = 1430$ об/мин.

б) $\Phi = 0{,}028$ Вб; $E_2 = 3{,}0$ В; $E_{2s} = 0{,}12$ В; $f_2 = 2{,}0$ Гц; $n_{ном} = 1440$ об/мин.

в) $\Phi = 0{,}030$ Вб; $E_2 = 3{,}2$ В; $E_{2s} = 0{,}15$ В; $f_2 = 2{,}5$ Гц; $n_{ном} = 1445$ об/мин.

г) $\Phi = 0{,}031$ Вб; $E_2 = 3{,}3$ В; $E_{2s} = 0{,}18$ В; $f_2 = 2{,}7$ Гц; $n_{ном} = 1435$ об/мин.

7. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток Φ = 0,025 Вб;. обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,98; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$ = 110 В;

номинальная частота вращения $n_{ном}$ = 2920, об/мин. Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1; номинальное скольжение $s_{ном}$; количество полюсов $2p$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2, Гц;. Укажите правильный ответ:

а) $w_1 = 21$; $s_{ном} = 0{,}025$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2{,}75$ В; $E_{2s} = 0{,}070$ В; $f_2 = 1{,}32$ Гц

б) $w_1 = 20$; $s_{ном} = 0{,}027$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2{,}78$ В; $E_{2s} = 0{,}075$ В; $f_2 = 1{,}35$ Гц

в) $w_1 = 25$; $s_{ном} = 0{,}030$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2{,}72$ В; $E_{2s} = 0{,}072$ В; $f_2 = 1{,}33$ Гц

г) $w_1 = 22$; $s_{ном} = 0{,}028$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2{,}78$ В; $E_{2s} = 0{,}076$ В; $f_2 = 1{,}31$ Гц.

8. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 = 24; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,96; номинальное скольжение $s_{ном}$ = 0,05; количество полюсов $2p$ = 8; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$ = 200 В. Требуется определить: основной магнитный поток $Ф$, Вб; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2, Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $Ф = 0{,}037$ Вб; $E_2 = 4{,}42$ В; $E_{2s} = 0{,}26$ В; $f_2 = 2{,}51$ Гц; $n_н = 710$ об/мин.

б) $Ф = 0{,}042$ Вб; $E_2 = 3{,}95$ В; $E_{2s} = 0{,}20$ В; $f_2 = 2{,}55$ Гц; $n_н = 715$ об/мин.

в) $Ф = 0{,}039$ Вб; $E_2 = 4{,}40$ В; $E_{2s} = 0{,}22$ В; $f_2 = 2{,}50$ Гц; $n_н = 713$ об/мин.

г) $Ф = 0{,}035$ Вб; $E_2 = 4{,}39$ В; $E_{2s} = 0{,}24$ В; $f_2 = 2{,}45$ Гц; $n_н = 708$ об/мин.

9. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 = 18; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,95; количество полюсов $2p$ = 4; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} = 0,13 В; частота э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 = 2,5 Гц. Требуется определить: основной магнитный поток $Ф$, Вб; номинальное скольжение $s_{ном}$; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$, В; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $Ф = 0{,}025$ Вб; $s_{ном} = 0{,}03$ о.е.; $E_{1ф} = 86$ В; $E_2 = 2{,}4$ В;

$n_{ном} = 1420$ об/мин.

б) $\Phi = 0{,}022$ Вб; $s_{ном} = 0{,}06$ о.е.; $E_{1ф} = 84$ В; $E_2 = 2{,}0$ В; $n_{ном} = 1412$ об/мин.

в) $\Phi = 0{,}023$ Вб; $s_{ном} = 0{,}05$ о.е.; $E_{1ф} = 87$ В; $E_2 = 2{,}6$ В; $n_{ном} = 1425$ об/мин.

г) $\Phi = 0{,}020$ Вб; $s_{ном} = 0{,}04$ о.е.; $E_{1ф} = 89$ В; $E_2 = 2{,}8$ В; $n_{ном} = 1422$ об/мин.

10. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток *Ф = 0,028 Вб*; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$ = 120 В; обмоточный коэффициент $k_{об1}$ = 0,95; количество полюсов *2p* = 8; частота э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 = 3,2 Гц. Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1; номинальное скольжение $s_{ном}$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2, В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s}, В; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $w_1 = 18$; $s_{ном} = 0{,}058$ о.е.; $E_2 = 3{,}5$ В; $E_{2s} = 0{,}18$ В; $n_{ном} = 700$ об/мин.

б) $w_1 = 20$; $s_{ном} = 0{,}064$ о.е.; $E_2 = 3{,}0$ В; $E_{2s} = 0{,}20$ В; $n_{ном} = 702$ об/мин.

в) $w_1 = 21$; $s_{ном} = 0{,}062$ о.е.; $E_2 = 2{,}8$ В; $E_{2s} = 0{,}22$ В; $n_{ном} = 710$ об/мин.

г) $w_1 = 19$; $s_{ном} = 0{,}060$ о.е.; $E_2 = 3{,}2$ В; $E_{2s} = 0{,}26$ В; $n_{ном} = 715$ об/мин.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

По теме "Трансформаторы "

1. Охарактеризуйте принцип работы и устройство трансформаторов?
2. Какой трансформатор называется приведенным? Составьте уравнения, описывающие работу трансформатора под нагрузкой.
3. Составьте схему замещения трансформатора. Как опытным путем определить параметры схемы замещения трансформатора?
4. Как работает трансформатор в режиме короткого замыкания? Дайте определение термина "напряжение короткого замыкания"? От чего зависит его величина?
5. Как выполняются трехфазные трансформаторы? Опишите преимущества и недостатки трехфазных трансформаторов разных типов.
6. Что подразумевается под группой соединения обмоток трансформаторов? От чего она зависит?
7. Рассмотрите особенности работы однофазных и трехфазных трансформаторов в режиме холостого хода.
8. Почему при и изменении тока напряжение на зажимах вторичной обмотки изменяется? Как рассчитать это изменение?

9. Какое влияние оказывает на работу трехфазных трансформаторов несимметрия нагрузки? Какие ограничения в связи с этим возникают?

10. Сформулируйте условия, которые необходимо выполнить и почему, при включении трансформаторов на параллельную работу.

11. Как определить распределение мощности между трансформаторами, работающими параллельно?

12. Каковы особенности переходных процессов при включении трансформаторов под нагрузкой?

13. Чем отличается внезапное короткое замыкание от установившегося? Каким воздействиям подвергаются обмотки трансформатора при этом?

14. В результате каких явлений в обмотках трансформатора возникают перенапряжения? Какие существуют методы защиты трансформатора от перенапряжения?

15. Почему в трехобмоточных трансформаторах изменение тока нагрузки в одной из вторичных обмоток влияет на значение напряжения другой вторичной обмотки?

16. Какие преимущества и недостатки имеет автотрансформатор по сравнению с обычным трансформатором?

17. Как можно регулировать напряжение на зажимах вторичной обмотки трансформатора, если?

По теме "Общие вопросы теории машин переменного тока "

1. Какие типы бесколлекторных машин переменного тока Вы знаете? Каковы области их применения?

2. Охарактеризуйте трехфазные обмотки машин переменного тока. Сравните их преимущества и недостатки.

3. Какая часть обмотки называется катушечной группой? Как определить ЭДС катушечной группы?

4. Какие средства используются для подавления высших гармоник ЭДС в обмотках машин переменного тока?

5. Что такое обмоточный коэффициент и как он вычисляется?

6. Охарактеризуйте МДС, создаваемой однофазной обмоткой.

7. Охарактеризуйте МДС, создаваемой трехфазной обмоткой.

8. От чего зависит частота и направление вращения магнитного поля, создаваемого трехфазной обмоткой? Как изменить направление вращения поля?

9. Как определяются индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора? Объясните их физический смысл.

10. Какая часть магнитного поля, создаваемая обмоткой машины переменного тока, называется полем рассеяния? Из каких составляющих она состоит?

По теме "Синхронные машины"

1. Объясните устройство, принцип действия и область применения синхронных машин.

2. Что такое реакция якоря и какое влияние она оказывает на работу синхронного генератора?

3. Постройте и объясните характеристики синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку.

4. Что такое отношение короткого замыкания? Как его величина влияет на габариты и стоимость синхронной машины?

5. Почему характеристики короткого замыкания линейны? Объясните, почему при $i_b = \text{const}$ токи трех-, двух- и однофазного короткого замыкания находятся в отношении $I_{к3} < I_{к2} < I_{к1}$?

6. Постройте векторную диаграмму явнополюсного и неявнополюсного синхронных генераторов. Чем отличаются они между собой?

7. Дайте определение и поясните физическую сущность основных параметров явнополюсного синхронного генератора, работающего в установившемся синхронном режиме: r, X_d, X_q, X_{ad}, X_{aq}, X_σ, X_1, X_2, X_0.

8. Какой режим называется параллельной работой синхронных генераторов? Когда возникает необходимость параллельной работы генераторов?

9. Какие условия необходимо выполнить для включения синхронных генераторов на параллельную работу? Какие способы синхронизации применяются на практике?

10. Как регулируется активная и реактивная мощность синхронного генератора при работе параллельно с сетью? Какими характеристиками описываются эти процессы?

11. Сформируйте принцип обратимости синхронных машин. Как работающий синхронный двигатель перевести в режим генератора и наоборот?

12. Чем отличаются векторные диаграммы синхронного двигателя, от векторных диаграмм синхронного генератора?

13. Как можно регулировать коэффициент мощности синхронного двигателя? Какой характеристикой описывается этот процесс?

14. Какая электрическая машина называется синхронным компенсатором? Для какой цели он используется?

15. Какие способы пуска синхронных двигателей и компенсаторов получили применение? Опишите их.

16. Чем отличается влияние реакции якоря в синхронном двигателе, от реакции якоря в синхронном генераторе?

17. Чем отличается внезапное короткое замыкание синхронного генератора от установившегося короткого замыкания?

18. При каких условиях ток внезапного короткого замыкания синхронного генератора будет максимальным или ударным?

19. Какие сопротивления синхронного генератора называются сверхпереходными? Что они характеризуют?

20. Чем объяснить колебательный характер вращения синхронных машин при резком изменении режима ее работы?

По теме "Асинхронные машины"

1. В каких режимах может работать асинхронная машина? Какой режим является наиболее распространенным?

2. Опишите конструкцию асинхронных машин.

3. Почему ротор асинхронного двигателя не может вращаться с синхронной скоростью?

4. Чем отличается работа асинхронной машины при неподвижном и вращающемся роторе? Как зависят ЭДС и частота тока в обмотке ротора от скольжения?

5. Как и для какой цели вращающийся ротор асинхронной машины заменяется эквивалентным и неподвижным?

6. Какова роль эквивалентной схемы замещения асинхронной машины и физическая сущность ее параметров?

7. От чего зависят частота и направление вращения магнитного поля в асинхронной машине? Как изменить направление его вращения?

8. Объясните зависимость электромагнитного момента от скольжения M(S). Как влияют параметры схемы замещения асинхронного двигателя на величину электромагнитного момента?

9. Какой режим называется коротким замыканием асинхронного двигателя?

10. Как определить параметры схемы замещения для асинхронного двигателя с

короткозамкнутой обмоткой ротора типа ″беличья клетка″?

11. Какое влияние оказывают на работу асинхронного двигателя составляющие электромагнитного момента от высших гармонических? Как уменьшить их влияние?

12. Как при помощи круговой диаграммы построить рабочие характеристики асинхронного двигателя?

13. Как по данным опытов построить круговую диаграмму?

14. Какие способы пуска применяются для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и какие – для асинхронных двигателей с фазным ротором? Сравните пусковые свойства этих двигателей.

15. Какие асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками Вы знаете? Укажите их достоинство и недостатки.

16. Какие способы регулирования скорости вращения ротора применяются асинхронных двигателях?

17. Укажите принцип работы достоинства и недостатки однофазных асинхронных двигателей. Какие способы пуска находят применение?

18. Опишите работу асинхронной машины в режиме индукционного регулятора.

19. Каковы особенности работы и конструкции дуговых и линейных асинхронных двигателей?

20. В каких тормозных режимах может работать асинхронная машина?

По теме «Машины постоянного тока»

1. Устройство машин постоянного тока
2. Принцип действия машин постоянного тока.
3. Обмотки якоря машин постоянного тока
4. ЭДС обмотки якоря и электромагнитный момент вращения.
5. Магнитная цепь машин постоянного тока и её расчёт.
6. Реакция якоря машины постоянного тока
7. Сущность явления коммутации.
8. ЭДС, индуктируемые в коммутируемой секции.
9. Причины искрения электромагнитного характера.
10. Способы улучшения коммутации
11. Классификация генераторов постоянного тока
12. Энергетический процесс и основные уравнения генератора.
13. Генератор независимого возбуждения
14. Генераторы параллельного возбуждения.
15. Генераторы последовательного возбуждения.
16. Генераторы смешанного возбуждения.
17. Параллельная работа генераторов принцип обратимости.
18. Параллельная работа генераторов постоянного тока
19. Расчет распределения нагрузки при параллельной работе генераторов
20. Энергетический процесс и общие свойства двигателей.
21. Пуск двигателей постоянного тока.
22. Основные характеристики двигателей постоянного тока.
23. Регулирование частоты вращения двигателей
24. Способы регулирования частоты вращения.
25. Электрическое торможение двигателей.
26. Механические характеристики двигателей параллельного возбуждения.
27. Механические характеристики двигателей последовательного возбуждения.
28. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока
29. Униполярные машины.
30. МГД машины постоянного тока.

31. Машины с постоянными магнитами
32. Магнитная цепь машин постоянного тока и её расчёт.
33. Реакция якоря машины постоянного тока с постоянными магнитами
34. Потери мощности и КПД машин постоянного тока.
35. Нагревание и охлаждение электрических машин.
36. Потери мощности и нагревание электрических машин
37. Потери мощности и КПД электрических машин
38. Потери мощности и КПД машин постоянного тока.
39. Нагревание и охлаждение электрических машин.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в электромеханику	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….
2	Трансформаторы	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….
3	Общие вопросы теории машин переменного тока	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….
4	Асинхронные машины	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….
5	Синхронные машины	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….

6	Машины постоянного тока	ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту….

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Беспалов В.Я. Электрические машины: учеб. пособие для студ. высш.учеб. заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.

Дополнительная литература

1. Вольдек, А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

2. Вольдек, А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

3. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Волчихин В.И. Электрические машины переменного тока : учеб. пособие . - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 120 с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

4. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Писаревский, Ю.В.

Электрические машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. пособие . - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 112 с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

5. Копылов, И.П. Электрические машины : Учебник для академического бакалавриата. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 675 с. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-3803-6 : 811-03.

6. Кононенко К.Е.; Писаревский Ю.В.; Кононенко А.В.; Писаревский А. Ю. Лабораторный практикум по курсу "Электрические машины" учебное пособие / Воронеж. гос. техн. ун-т, каф. электромех. систем и электроснабжения. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 141 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

– Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
– Adobe Acrobat Reader
– Компас-График LT;
– AutoCAD
– Internet explorer;
– OpenOffice;
– SMath Studio;
– SCIlab;
– Elmer FEM solver.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

– Российское образование. Федеральный портал. http://www.edu.ru/
– Образовательный портал ВГТУ https://education.cchgeu.ru/

8.2.3 Информационные справочные системы

– http://window.edu.ru
– https://wiki.cchgeu.ru/

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: http://docs.cntd.ru
– Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii
– Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru
– Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru
– Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: https://www.electrical4u.com/

– All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: https://www.allaboutcircuits.com

– Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: https://netelectro.ru/

– Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: https://marketelectro.ru/

– Чертежи.ru Адрес ресурса: https://chertezhi.ru/

– Библиотека Адрес ресурса: WWER http://lib.wwer.ru/

– Каталог электротехнического оборудования. URL: https://electro.mashinform.ru;

– Справочник обмотчика асинхронных электродвигателей. URL: http://sprav.dvigatel.org;

– Электродвигатели. http://www.elecab.ru/dvig.shtml

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю.

– Макеты электрических машин в ауд. 135.

– Плакаты учебные в ауд. 135.

– Проекционный экран, Видеопроектор Benq.

– Учебные фильмы.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электрические машины» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров электрических машин. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	