

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические машины

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудовоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	6
Общее количество часов	216
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	98
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+(54)

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся.....	7
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	9
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	16
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	17

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрические машины» входит в «Обязательную» часть дисциплин подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Результатом освоения дисциплины является формирование **компетенции** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО)):

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей № 329н от 25.04.2023	ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении	Знает: ИД 1 ОПК-4.1 Методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-4.2 Принципы действия электронных устройств и их элементов (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-4.1 Применять методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-4.2 Применять принципы действия электронных

		устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-4.1 Использования методов анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-4.2 Использования принципов действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)
«Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

Последовательность формирования компетенций в указанных дисциплинах может быть изменена в зависимости от формы и срока обучения, а также преподавания с использованием дистанционных технологий обучения.

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

Формы организации учебного процесса (полный срок)						
№	Тема дисциплины	Трудоемкость				Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Всего	Аудиторные занятия		СР	
			Л (Консультации)	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Теория трансформаторов.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Асинхронные машины.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Синхронные машины.	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).	22	4	4	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Теория машин постоянного тока.	26	6	6	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Специальные электрические машины.	26	6	6	14	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
Вид промежуточной аттестации (Зачет, Экзамен)		54				
Итого		216	32	32	98	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.

Назначение и классификация электрических машин. Основные законы, определяющие принцип действия электрических машин (закон электромагнитной индукции, закон Ампера, правило левой руки). Конструктивные элементы электрических машин: статор, ротор, магнитопровод, обмотки. Понятие о трансформаторе: назначение, принцип действия однофазного трансформатора. Устройство и конструкция трансформатора (магнитопровод, обмотки, бак, система охлаждения).

Тема 2. Теория трансформаторов.

Приведенный трансформатор. Уравнения электрического и магнитного равновесия. Векторная диаграмма нагруженного трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Параметры и схема замещения трансформатора. Опытное определение параметров схемы замещения (опыт холостого хода и короткого замыкания). Внешняя характеристика и КПД трансформатора.

Тема 3. Асинхронные машины.

Принцип действия асинхронной машины. Понятие о скольжении. Устройство асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором. Создание вращающегося магнитного поля в трехфазной обмотке статора. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Пуск в ход и регулирование частоты вращения.

Тема 4. Синхронные машины.

Принцип действия синхронного генератора и двигателя. Устройство явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Характеристика холостого хода и нагрузочная характеристика синхронного генератора. Угловая характеристика и статическая устойчивость синхронной машины. Способы пуска синхронного двигателя.

Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).

Принцип обратимости электрических машин. Устройство и конструктивные элементы МПТ: станина, полюса, якорь, коллектор, щетки. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. ЭДС якоря и электромагнитный момент МПТ.

Тема 6. Теория машин постоянного тока.

Реакция якоря и ее влияние на работу машины. Коммутация в МПТ. Способы возбуждения машин постоянного тока (независимое, параллельное, последовательное, смешанное). Характеристики двигателей постоянного тока (ДПТ) с различными типами возбуждения: естественные и рабочие механические и скоростные характеристики.

Тема 7. Специальные электрические машины.

Обзор машин, не вошедших в основную классификацию: шаговые двигатели, вентильные двигатели, гистерезисные двигатели. Коллекторные машины переменного тока (универсальные двигатели): устройство, принцип действия, область применения. Основы электромашинных преобразователей (преобразователи частоты, фаз, числа фаз).

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.
ПЗ 2	Тема 2. Теория трансформаторов.
ПЗ 3	Тема 3. Асинхронные машины.
ПЗ 4	Тема 4. Синхронные машины.
ПЗ 5	Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).
ПЗ 6	Тема 6. Теория машин постоянного тока.
ПЗ 7	Тема 7. Специальные электрические машины.

3.3. Образовательные технологии
Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.	Л	Метод проблемной лекции	100
2	Тема 2. Теория трансформаторов.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
3	Тема 3. Асинхронные машины.	Л	Метод проблемной лекции	100
4	Тема 4. Синхронные машины.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
5	Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).	Л	Метод проблемной лекции	100
6	Тема 6. Теория машин постоянного тока.	ПЗ	Метод «мозгового штурма»	25
7	Тема 7. Специальные электрические машины.	Л	Метод проблемной лекции	100
Итого %				39%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.	1,2	1-12
2	Тема 2. Теория трансформаторов.	3-12	1-12
3	Тема 3. Асинхронные машины.	13-15	1-12
4	Тема 4. Синхронные машины.	16-20	1-12
5	Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).	21-25	1-12
6	Тема 6. Теория машин постоянного тока.	26-33	1-13
7	Тема 7. Специальные электрические машины.	34-37	2,1,-3-12

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Поясните принцип работы трансформатора.
2. Изобразите электрическую схему однофазного трансформатора.
3. Изобразите электрические схемы трехфазного трансформатора при соединении обмоток У/У - 0, У/У_Н - 0, У/Д -11
4. Какая обмотка трансформатора называется первичной и какая – вторичной обмоткой?
5. Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?
6. Как определяется коэффициент трансформации?

7. Как формулируются условия максимума КПД?
8. Почему при чисто активной нагрузке коэффициент мощности в первичной цепи меньше единицы?
9. Какими факторами определяется частота вращения асинхронного двигателя?
10. Какую максимально возможную скорость АД можно получить при частоте сети 50 Гц?
11. В каких пределах может изменяться скольжение асинхронного двигателя?
12. Чему равна частота ЭДС ротора, если частота в сети равна 50 Гц, а скольжение составляет 2%?
13. Как осуществить изменение направления вращения АД?
14. При каких условиях асинхронная машина работает в режиме: а) генератора; б) электромагнитного тормоза?
15. Как влияет величина активного сопротивления цепи ротора на пусковые свойства двигателя?
16. Как влияет активное сопротивление цепи ротора на величину максимального (критического) момента?
17. Как зависит реакция якоря от характера нагрузки? Какая реакция якоря будет при активной, индуктивной, емкостной нагрузке?
18. Какие ЭДС наводят магнитные потоки реакции якоря и какими индуктивными сопротивлениями эти ЭДС характеризуются?
19. Как нагрузить СГ после включения на параллельную работу с сетью?
20. Перечислите способы пуска синхронного двигателя (СД).
21. Поясните назначение пусковой обмотки СД.
22. Как зависит момент СД от напряжения сети?
23. Каким mnemonicическим правилом определяется направление ЭДС в проводниках обмотки якоря?
24. Каким mnemonicическим правилом определяется направление электромагнитных сил, действующих на проводники обмотки якоря?
25. Объясните сущность реакции якоря.
26. Изобразите внешние характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения на одном графике.
27. Как изменить направление вращения двигателя (реверс)?
28. Каким способом уменьшают пусковой ток двигателя?

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе учебно-методического комплекса по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе учебно-методического комплекса по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств

Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Общие сведения об электрических машинах. Трансформаторы.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Теория трансформаторов.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Асинхронные машины.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Синхронные машины.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Машины постоянного тока (МПТ).	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Теория машин постоянного тока.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Специальные электрические машины.	МПЛ, ПРВ	МШ, УО, И	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – Устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

МШ – Метод мозгового штурма.

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МПЛ – метод проблемной лекции.

И –инфоргафика (Важные данные пакуют в упрощенную графическую оболочку, которую интересно рассматривать и легко запоминать)

КМ –кейс-метод (Метод анализа кейсов, казусов)

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

1. Как, вы думаете, что будет, если первичную обмотку подключить к источнику постоянного тока?
2. Как определить число витков обмотке трансформатора, не нарушая обмоток? Есть в наличии несколько метров проволоки, разборный трансформатор, вольтметр.
3. Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 840 витков, повышает напряжение с 220 до 660 В. Каков коэффициент трансформации? Сколько витков содержится во вторичной обмотке?
4. Трансформатор, содержащий в первичной обмотке 500 витков, включён в сеть напряжением 150В. Во вторичную цепь трансформатора, имеющую 165 витков, включён резистор сопротивлением 80 Ом. Найти силу тока во вторичной цепи, если падение напряжения на ней 50В.
5. Понижающий трансформатор с коэффициентов трансформации, равным 10, включён в сеть с напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,2 Ом, а сопротивление полезной нагрузки 2 Ом?

Тема 4. Машины с постоянным током

1. Определить электромагнитную мощность двигателя постоянного тока кВт, если ток якоря $I_a = 10$ А, число проводников обмотки якоря $N = 180$ шт., магнитный поток $\Phi = 0,07$ Вб, частота вращения $n = 1500$ мин⁻¹. Обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины {ответ с точностью до двух знаков после запятой}.
2. Двигатель постоянного тока подключен к сети напряжением $U = 440$ В. Требуется рассчитать его магнитный поток (Вб), если его мощность на валу $P_2 = 10$ кВт, сопротивление обмотки якоря $r_a = 0,07$ Ом, число проводников обмотки якоря $N = 240$, частота вращения $n = 1000$ мин⁻¹. Реакцией якоря и падением напряжения на щетках пренебречь, обмотка якоря простая петлевая, одноходовая {ответ с точностью до трех знаков после запятой}.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Тематика рефератов, докладов, эссе:

1. **История создания и развития трансформаторов.** От первых опытов Яблочкова и Усагина до современных мощных силовых трансформаторов: ключевые изобретения и их авторы.
2. **Современные тенденции в проектировании асинхронных двигателей.** Повышение энергоэффективности (классы IE3, IE4), использование новых материалов и оптимизация конструкции ротора.
3. **Вентильные двигатели (БДПТ): принцип действия, устройство и преимущества перед традиционными двигателями.** Роль системы управления (ЭБУ) и датчиков положения ротора.
4. **Способы пуска высоковольтных синхронных двигателей.** Прямой пуск, реакторный пуск, пуск через автотрансформатор и частотный пуск: сравнение методов и области применения.
5. **Проблемы коммутации в машинах постоянного тока и методы ее улучшения.** Причины искрения под щетками, выбор марки щеток и способы настройки добавочных полюсов.
6. **Применение частотно-регулируемого привода (ЧРП) для управления асинхронными двигателями.** Принцип работы ПЧ, его влияние на механические характеристики двигателя и экономия электроэнергии.
7. **Устройство и принцип действия трехфазного силового трансформатора.** Подробный разбор конструкции: остов, обмотки (НН и ВН), бак, расширитель, система охлаждения и выхлопная труба.
8. **Специальные электрические машины: шаговые двигатели.** Устройство, режимы работы (микрошаг, полношаговый режим) и применение в станках с ЧПУ и робототехнике.
9. **Переходные процессы в электрических машинах.** Пуск, торможение и реверсирование электродвигателей: анализ изменения токов, моментов и скорости во времени.
10. **Охлаждение силовых трансформаторов и турбогенераторов.** Естественная и принудительная циркуляция масла, воздушные и водородные системы охлаждения мощных агрегатов.

11. **Сравнительный анализ характеристик двигателей постоянного тока с различными схемами возбуждения.** Независимое, параллельное, последовательное и смешанное возбуждение: достоинства, недостатки и сферы применения.

12. **Энергосбережение при эксплуатации электрических машин.** Методы снижения потерь энергии: правильный выбор мощности, улучшение качества электроэнергии, компенсация реактивной мощности.

13. **Асинхронизированные синхронные генераторы.** Конструкция, позволяющая работать в режиме потребления реактивной мощности, и их роль в стабилизации энергосистем.

14. **Основы проектирования электрической машины.** Этапы расчета: электромагнитный расчет, тепловой расчет, механический расчет и компоновка основных узлов.

15. **Неисправности электрических машин и методы их диагностики.** Анализ причин отказов (межвитковые замыкания, износ подшипников, повреждение изоляции) и современные методы диагностики (вибродиагностика, тепловизионный контроль).

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для устных ответов (для зачета)

1. С какой целью используются трансформаторы в системах передачи и распределения электрической энергии?

2. Принцип действия трансформатора.

3. Какие рабочие свойства трансформатора можно оценить по величине напряжения короткого замыкания U_k ?

4. Как повлияет на работу трансформатора введение воздушного зазора в магнитопровод (в режиме холостого хода)?

5. Какие процессы будут иметь место в трансформаторе, если первичную обмотку трансформатора подключить к источнику постоянного тока такого же напряжения?

6. Что такое напряжение короткого замыкания, чем оно определяется? На какие характеристики трансформатора оказывает влияние его значение.

7. Объясните, почему потери в стали магнитопровода практически не зависят от нагрузки?

8. Объясните, почему величина U_k много меньше номинального напряжения.

9. Как влияет величина индукции в магнитопроводе и наличие воздушных зазоров в магнитопроводе на величину намагничивающего тока?

10. Почему в 3-х стержневом трансформаторе с плоской магнитной системой токи в фазах при холостом ходе несимметричны?

11. Что такое внешние характеристики трансформатора? Как они снимаются. От чего зависит наклон внешних характеристик?

12. Что такое “ток холостого хода” трансформатора, где он протекает в трансформаторе? От каких факторов зависит величина тока холостого хода.

13. Объясните энергетическую диаграмму трансформатора.

14. Что такое “номинальное” изменение напряжения? От каких факторов зависит его величина.

15. Какие требования предъявляются к трансформатору при параллельной работе с другими трансформаторами? К каким последствиям приводит нарушение этих требований.

16. Что такое группа соединения обмотки трансформатора?

17. В каких случаях применение автотрансформатора более выгодно по сравнению с обычным трансформатором?

18. От каких факторов зависит вид внешних характеристик трансформатора?

19. Поясните работу автотрансформатора.

20. Что такое группа соединения трансформатора?

21. Какие виды асинхронных машин вы знаете? Опишите их конструкцию.

22. Как изменится магнитный поток асинхронного двигателя при увеличении частоты питающей сети при постоянном напряжении?

23. В каких случаях возможно применение способа пуска асинхронного двигателя при переключении схемы обмотки со звезды на треугольник?

24. Напряжение на зажимах асинхронного двигателя уменьшили в два раза. Как изменится его максимальный момент?

25. Изобразите векторную диаграмму асинхронной машины в двигательном режиме. Объясните порядок построения.

26. Назовите и объясните конструктивные меры улучшения формы кривой э.д.с. трехфазной обмотки.

27. Изобразите механическую характеристику асинхронной машины. Укажите скорости и скольжения в различных режимах работы.

28. Опишите принцип действия асинхронной машины.

Список вопросов для устных ответов (для экзамена)

1. Почему относительное значение тока холостого хода асинхронного двигателя больше, чем в трансформаторе?

2. Опишите процесс регулирования скорости вращения двигателей с фазным ротором.

3. В чем сходство и различие между схемами замещения асинхронной машины и трансформатора?

4. Объясните ход характеристики холостого хода синхронного генератора.

5. Как по векторной диаграмме Blondеля определить изменение напряжения?

6. Как изменить активную (или реактивную) мощность, отдаваемую СГ в сеть большой мощности.

7. В каком режиме работы на автономную нагрузку возникают поперечная, продольно-размагничивающая, продольно- намагничивающая реакция якоря?

8. Где и почему применяются синхронные машины?

9. Изобразите и поясните нагрузочные характеристики синхронного генератора.

10. Поставьте знак неравенства между параметрами X_d , X_d' , X_d'' и дайте пояснения.

11. Изобразите характеристику КЗ синхронного генератора. Почему магнитная система в опыте КЗ не насыщена?

12. Почему с уменьшением тока возбуждения снижается статическая устойчивость СД?

13. Что такое ударный ток короткого замыкания? Как он рассчитывается?

14. Что такое предел статической устойчивости синхронной машины? Каким образом можно повысить предел статической устойчивости?

15. Что такое О.К.З? Как его величина связана с X_d и конструкцией синхронной машины?

16. Какое значение тока возбуждения синхронного генератора называется номинальным?

17. Что такое демпферная (успокоительная) обмотка? Где она располагается? Какой цели служит?

18. Приведите основные уравнения электрического равновесия цепи якоря синхронного генератора? Дайте объяснения, входящих в них Э.Д.С.

19. Изобразите внешние характеристики синхронного генератора при различных характерах нагрузки и объясните их ход.

20. Какие характеристики СМ получили наименование U-образных? Изобразите и поясните их.

21. Что такое номинальное изменение напряжения синхронного генератора?

22. Объясните принцип действия генератор постоянного тока.

23. Что такое компенсационная обмотка? Где она располагается? Как включается? Для чего служит?

24. Сформулируйте принцип действия синхронной машины в режиме генератора.

25. Опишите конструктивные особенности и область применения явнополюсных синхронных машин.

26. Каковы особенности конструкции неявнополюсного ротора и почему он используется в высокооборотных турбогенераторах?

27. Как характер нагрузки (активная, индуктивная, емкостная) влияет на величину напряжения на выводах синхронного генератора?

28. Какое действие (намагничивающее или размагничивающее) оказывает на главное поле чисто индуктивная нагрузка синхронного генератора?

29. Каковы основные достоинства синхронного двигателя по сравнению с асинхронным?
30. Почему синхронный двигатель не может быть запущен прямым включением в сеть без пусковой обмотки?
31. Что отражают V-образные характеристики синхронного двигателя?
32. Каково назначение синхронного компенсатора и в каком режиме работы он выдает реактивную мощность в сеть?
33. Укажите главное назначение и основные области применения машин постоянного тока в современной технике.
34. Какую функцию выполняет коллекторно-щеточный узел в режиме двигателя и в режиме генератора постоянного тока?
35. Что представляет собой характеристика холостого хода генератора постоянного тока?
36. Опишите вид и физический смысл внешней характеристики генератора постоянного тока.
37. Какую зависимость отражает регулировочная характеристика генератора постоянного тока?
38. Каким основным требованием должна удовлетворять внешняя характеристика сварочного генератора постоянного тока и почему?
39. Назовите основные типы двигателей постоянного тока по способу возбуждения.
40. Каковы особенности механической характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением и почему его нельзя запускать вхолостую?
41. Каким главным преимуществом обладает двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением при регулировании частоты вращения?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Как называется режим работы трансформатора, при котором вторичная обмотка разомкнута и ток в ней равен нулю? а) Режим короткого замыкания; б) Рабочий режим; в) Режим холостого хода; г) Аварийный режим.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.2 Какой физический принцип лежит в основе создания вращающего момента в асинхронном двигателе? а) Закон Ома; б) Взаимодействие постоянного магнита с полем Земли; в) Взаимодействие вращающегося магнитного поля статора с индуцированным током в роторе; г) Явление самоиндукции.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.3 Для чего служит коллектор в машине постоянного тока? а) Для охлаждения якоря; б) Для создания основного магнитного потока; в) Для преобразования переменного тока в якоре в постоянный ток во внешней цепи; г) Для уменьшения искрения на щетках.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Что такое скольжение асинхронной машины? а) Отношение частоты вращения ротора к частоте вращения магнитного поля; б) Относительная разность между частотой вращения магнитного поля статора и частотой вращения ротора; в) Скорость вращения вала двигателя под нагрузкой; г) Угловая скорость ротора.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Какое явление является основной причиной нагрева электрических машин? а) Гистерезис; б) Трение подшипников; в) Электрические потери в меди (I^2R) и стали; г) Внешняя температура окружающей среды.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите две основные составляющие потерь мощности в сердечнике трансформатора (потери в стали). а) Потери на нагрев проводов обмоток; б) Потери на гистерезис; в) Потери от вихревых токов (токов Фуко); г) Механические потери на трение.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Укажите два основных способа регулирования скорости вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. а) Изменение напряжения питания; б) Изменение числа

пар полюсов (переключение обмотки статора); в) Изменение сопротивления в цепи ротора; г) Изменение частоты питающего напряжения.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.3 Какие из перечисленных характеристик являются рабочими для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения? а) Характеристика холостого хода; б) Механическая характеристика; в) Скоростная характеристика; г) Внешняя характеристика.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два условия, которые должны выполняться для включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью. а) Равенство номинальных мощностей генераторов; б) Равенство мгновенных значений напряжений подключаемого генератора и сети; в) Совпадение фаз напряжений; г) Одинаковый тип системы охлаждения.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Укажите два основных элемента конструкции, предназначенных для улучшения коммутации в машинах постоянного тока. а) Главные полюса; б) Якорь; в) Дополнительные полюса; г) Компенсационная обмотка.

Правильный ответ: в), г)

Установите соответствие между типом электрической машины и ее основным свойством или применением.

А) Трансформатор	1) Преобразование электрической энергии в механическую с возможностью плавного регулирования скорости в широком диапазоне.
Б) Синхронный двигатель	2) Машина, у которой частота вращения ротора всегда равна частоте вращения магнитного поля статора.
В) Двигатель постоянного тока	3) Статическое электромагнитное устройство, предназначенное для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.
Г) Асинхронный двигатель	4) Самый простой по конструкции и самый распространенный электродвигатель, используемый в промышленности.

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 1, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при пуске асинхронного двигателя с фазным ротором с помощью реостатного пуска. 1\$ Двигатель достигает нормальной рабочей скорости, и пусковые резисторы полностью выведены из цепи. 2\$ Подается напряжение на статор, и в цепь ротора включаются все ступени пускового реостата. 3\$ По мере разгона двигателя сопротивление в цепи ротора ступенчато уменьшается. 4\$ Частота вращения ротора начинает расти от нуля до подсинхронной величины.

Правильный ответ: 2-4-3-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Зарандия, Ж. А. Электрические машины и основы электропривода. Задачи и примеры: практикум / Ж. А. Зарандия, А. В. Кобелев. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5- 8265-2469-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133340.html>

2. Шульга, Р. Н. Электрические машины для энергетики и транспорта. Применение электрических машин : учебное пособие / Р. Н. Шульга, А. А. Лабути. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-2124-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144679.html>

3. Шульга, Р. Н. Электрические машины для энергетики и транспорта. Разработка и испытания электрических машин : учебное пособие / Р. Н. Шульга, А. А. Лабути. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 136 с. — ISBN 978-5-9729-2092-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144680.html>

7.2. Дополнительная литература

4. Ватаев, А. С. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие / А. С. Ватаев, Г. А. Давидчук, А. М. Лебедев. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 198 с. — ISBN 978-5-4497-0565-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/136814.html>

5. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие / В.М. Игнатович, Ш. С. Ройз ; под редакцией О. Ф. Шапкиной. — 7-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 181 с. — ISBN 978-5-4497-1277-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147318.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электрические машины**» включает в себя следующие виды работ: проработка материалов лекционных занятий, подготовка к семинарским занятиям, самостоятельное изучение дисциплины (тех ее разделов, которые не были затронуты на лекциях и семинарах). Контроль знаний обучающихся осуществляется в форме: проверки конспектов лекций, устного опроса на лекционных и семинарских занятиях, тематического тестирования.

Цель семинарского занятия – развитие самостоятельности мышления и творческой активности обучающихся.

Задачи семинарского занятия:

- закрепление, углубление и расширение знаний обучающихся по соответствующей учебной дисциплине;
- формирование умения постановки и решения интеллектуальных задач и проблем;
- совершенствование способностей по аргументации обучающихся своей точки зрения, а также по доказательству и (или) опровержению других суждений;
- демонстрация обучающимися достигнутого уровня теоретической подготовки;
- формирование навыков самостоятельной работы с литературой.

Функции семинарского занятия:

– познавательная – если занятие хорошо подготовлено, в процессе обсуждения на семинаре конкретных проблем вырисовываются их новые аспекты, углубляется их обоснование, выдвигаются положения, не привлекавшие ранее внимания обучающихся. Даже само углубление знаний, движение мысли от сущности первого порядка к сущности второго порядка сообщают знаниям обучающихся более осмысленное и прочное содержание, поднимают их на более высокую ступень.

- развивающая;
- воспитательная – вытекает из его познавательной функции, что свойственно всему учебному процессу;
- контрольная.

Виды семинарских занятий по дисциплине:

1. **семинар-дискуссия**, проводимый с целью выявления мнения обучающихся группы по определенным вопросам курса;

2. **проблемный семинар** после прохождения некоторой темы, на котором предполагается решение проблемных ситуаций по ней на базе полученных знаний. Перед изучением раздела курса преподаватель предлагает обсудить проблемы, связанные с содержанием данного раздела, темы. Накануне обучающиеся получают задание отобрать, сформулировать и объяснить проблемы. Во время семинара в условиях групповой дискуссии проводится обсуждение проблем. Метод проблемного семинара позволяет выявить уровень знаний обучающихся в данной области и сформировать стойкий интерес к изучаемому разделу учебного курса;

Форма проведения семинарских занятий по дисциплине: смешанная форма с элементами различных форм проведения (развернутая беседа на основании плана; устный опрос обучающихся по вопросам плана семинара).

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические машины

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)