

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрический привод

(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	3
Общее количество часов	180
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	64
– Лекционные (Л)	32
– Практические (ПЗ)	32
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	62
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	17
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрический привод» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение».

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (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, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 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	

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)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.	14	4	4	6	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. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	16	4	4	8	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. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.	16	4	4	8	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. Аппаратура управления и защиты в электроприводе.	16	4	4	8	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. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура.	16	4	4	8	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. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д).	16	4	4	8	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. Выбор мощности электродвигателя по нагреву и нагрузочной способности.	16	4	4	8	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
8	Тема 8. Современные тенденции в развитии электропривода.	16	4	4	8	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(Экзамен)		54				
Итого		180	32	32	62	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.

Дисциплина начинается с определения электропривода как основной силовой установки в промышленности и на транспорте. Рассматриваются его функциональная структура, включающая электродвигатель, передаточный механизм и управляющее устройство. Основное внимание уделяется переходу от уравнений электрического равновесия к уравнению движения, изучению механических характеристик двигателя и производственного механизма, а также анализу статической и динамической устойчивости системы.

Тема 2. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ). В этой теме детально изучаются электромеханические свойства двигателей постоянного тока с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Анализируются их естественные и искусственные механические характеристики. Рассматриваются способы регулирования скорости вращения путем изменения магнитного потока, напряжения на якоре и введения добавочных сопротивлений в цепь якоря.

Тема 3. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей. Тема посвящена изучению свойств двигателей переменного тока. Анализируются механическая и угловая характеристики асинхронного двигателя, понятие критического скольжения и момента. Рассматриваются естественные и искусственные характеристики, а также основные способы регулирования скорости: изменением числа пар полюсов, частоты питающего напряжения и амплитуды напряжения статора.

Тема 4. Аппаратура управления и защиты в электроприводе. Здесь изучаются силовые и коммутационные аппараты, обеспечивающие пуск, реверс, торможение и защиту электродвигателей. Рассматриваются контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели, реле защиты (тепловые, токовые, нулевые), а также кнопки управления. Анализируются типовые схемы прямого пуска ДПТ и АД, а также схемы управления пуском в функции тока, времени или скорости.

Тема 5. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура. В рамках этой темы рассматриваются методы плавного пуска и торможения двигателей для ограничения пусковых токов и ударных механических нагрузок. Изучаются реостатные схемы пуска для ДПТ и АД, схемы динамического торможения (где двигатель работает генератором на тормозной резистор) и противовключения.

Тема 6. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д). Тема посвящена изучению регулируемых электроприводов. Рассматриваются силовые преобразователи: выпрямители (управляемые и неуправляемые), широтно-импульсные преобразователи для ДПТ, а также преобразователи частоты (ПЧ) для асинхронных двигателей. Анализируются замкнутые системы автоматического регулирования (САР) скорости с различными обратными связями (по скорости, току) и их статические и динамические характеристики.

Тема 7. Выбор мощности электродвигателя по нагреву и нагрузочной способности. Практическая направленность дисциплины проявляется в этой теме, где изучаются методы выбора двигателя для конкретного механизма. Рассматриваются режимы работы электроприводов (продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный), нагрузочные диаграммы и методы эквивалентных величин для расчета среднеквадратичного тока или момента.

Тема 8. Современные тенденции в развитии электропривода. Завершающая тема посвящена перспективам развития отрасли. Рассматриваются современные бесколлекторные двигатели (вентильные, бесколлекторные двигатели постоянного тока *BLDC*), их принцип действия на базе самосинхронизации. Обсуждается роль микропроцессорных систем управления (*DSP, PLC*) в реализации сложных алгоритмов векторного управления асинхронными двигателями для получения высоких динамических показателей.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.
ПЗ 2	Тема 2. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).
ПЗ 3, 4	Тема 3. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.
ПЗ 5	Тема 4. Аппаратура управления и защиты в электроприводе.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура.
ПЗ 8	Тема 6. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д).

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 в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Аппаратура управления и защиты в электроприводе.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д).	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Выбор мощности электродвигателя по нагреву и нагрузочной способности.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Современные тенденции в развитии электропривода.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

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 в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Аппаратура управления и защиты в электроприводе.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д).	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Выбор мощности электродвигателя по нагреву и нагрузочной способности.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Современные тенденции в развитии электропривода.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Приведите примеры рабочих машин и их исполнительных органов, реализующих технологические процессы и операции.
2. Каковы особенности функционирования исполнительных органов рабочих машин?
3. Каковы преимущества электрического привода?
4. Как классифицируются электрические приводы?
5. В чем сущность регулирования положения ЭП?
6. Какие виды силовых коммутационных аппаратов вы знаете?
7. Что называется преобразователем электрического тока?
8. Какие виды силовых преобразователей вы знаете?
9. Какие датчики применяются для получения информации о переменных ЭП и технологического процесса?
10. Какие элементы относятся к механической части ЭП?
11. Какое движение называется установившемся и какое неустановившемся?
12. Какие условия определяют установившееся и не установившееся движение?
13. Для чего выполняется операция приведения?
14. Что такое динамический момент?
15. В чем достоинства электропривода по сравнению с другими видами приводов?
16. Перечислите основные элементы электропривода и объясните их назначение.
17. В каких случаях применяют многодвигательный электропривод?
18. Что такое статический момент сопротивления?
19. Какова разница между реактивным и активным статическими моментами сопротивления?
20. Напишите уравнение движения электропривода и объясните его физический смысл.
21. При каких условиях в электроприводе наступает переходный режим?
22. Как построить совместную характеристику электродвигателя и рабочего механизма?
23. Каково действие динамического момента при ускорении и замедлении вращения электропривода?
24. С какой целью статические моменты и моменты инерции приводят к одной частоте вращения?
25. вращения?

26. Какие типы двигателей постоянного тока применяются в ЭП?
27. Опишите основную схему включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
28. Назовите виды и признаки энергетических режимов двигателя.
29. Что такое схема замещения асинхронного двигателя?
30. Какие достоинства и недостатки имеет способ регулирования переменных асинхронного двигателя с помощью резисторов?
31. Какие возможности по управлению двигателем имеет способ, связанный с регулированием напряжения на его секторе?
32. В чем состоит сущность регулирования скорости двигателя, за счет изменения частоты питающего напряжения?
33. С какой целью при частотном способе производится также и регулирование подводимого к двигателю напряжения?
34. Какие режимы работы возможны в асинхронном двигателе?
35. что такое перегрузочная способность асинхронного двигателя?
36. Какую часть механической характеристики асинхронного двигателя называют рабочим участком?
37. Как можно в асинхронном двигателе создать генераторный режим?
38. Какие виды динамического торможения применяют в асинхронном двигателе? Как ограничить ток в асинхронном двигателе при торможении противовключением?
39. Какие требования предъявляются к пусковым свойствам двигателей?
40. Что необходимо предпринять, чтобы пусковой момент асинхронного двигателя с фазным ротором был равен максимальному значению?
41. Поясните принцип действия электромагнитного реле.
42. Для чего предназначено реле максимального тока?
43. Для чего служит контактор?
44. Для чего предназначен магнитный пускатель?
45. Для чего предназначен рубильник?
46. Для чего предназначены автоматические выключатели?
47. Что представляет собой контроллер и для чего он служит?
48. Что представляют собой кулачковые контроллеры?
49. Что представляют собой магнитные контроллеры?
50. Для чего служат плавкие предохранители?
51. Для чего служат в устройствах коммутации и защиты ЭП силовые резисторы?
52. Поясните принцип действия электромашиного преобразователя – «генератордвигатель».

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 УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК 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			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение в электрический привод. Механика и электромеханические свойства.	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. Электромеханические и механические характеристики электродвигателей постоянного тока (ДПТ).	УО	КМ	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. Электромеханические и механические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.	ЛС	МШ	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. Аппаратура управления и защиты в электроприводе.	УО	КМ	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. Пускорегулирующая и тормозная аппаратура.	УО	МШ	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. Системы преобразователь – двигатель (УП-Д).	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
7	Тема 7. Выбор мощности электродвигателя по нагреву и нагрузочной способности.	УО	КМ	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

8	Тема 8. Современные тенденции в развитии электропривода.	УО	ДИ	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;

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

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

1. Расчет механической характеристики асинхронного двигателя (АД).

Задание: По паспортным данным асинхронного двигателя (номинальная мощность, напряжение, синхронная частота вращения, кратности моментов) рассчитать и построить естественную механическую характеристику $M = f(s)$ в диапазоне скольжений от 0 до $s_{кр}$.

2. Расчет переходного процесса пуска ДПТ.

Задание: Для двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения рассчитать и построить графики переходного процесса пуска в одну ступень без нагрузки. Определить время пуска.

3. Выбор мощности двигателя для режима S1.

Задание: Для механизма с заданным статическим моментом сопротивления и заданной скоростью вращения выбрать по каталогу асинхронный двигатель, работающий в продолжительном режиме (S1), с последующей проверкой на перегрузочную способность.

4. Расчет сопротивлений пускового реостата для ДПТ.

Задание: Рассчитать сопротивления ступеней пускового реостата для ДПТ последовательного возбуждения, обеспечивающих ограничение пускового тока в заданных пределах.

5. Расчет механической характеристики АД при питании от ПЧ.

Задание: Построить механические характеристики асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты, работающего в режиме $U/f = \text{const}$, для двух-трех различных частот.

6. Разработка схемы управления пуском и реверсом АД.

Задание: Начертить принципиальную электрическую схему нереверсивного магнитного пускателя для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Добавить в схему элементы для обеспечения реверса.

7. Расчет тормозного резистора для системы ПЧ-АД.

Задание: Для частотно-регулируемого привода с асинхронным двигателем рассчитать мощность и сопротивление тормозного резистора (чоппера), необходимого для рассеивания энергии при торможении.

8. Расчет механической характеристики ДПТ при шунтировании якоря.

Задание: Построить естественную и искусственную (при шунтировании якоря) механические характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Проанализировать, как изменится жесткость характеристик.

9. Выбор автоматического выключателя и теплового реле для защиты АД.

Задание: Для выбранного в задании №3 асинхронного двигателя подобрать по каталогу автоматический выключатель и тепловое реле, обеспечивающие его защиту от коротких замыканий и перегрузок.

10. Анализ работы схемы "треугольник-звезда".

Задание: Объяснить принцип снижения пусковых токов при переключении обмоток статора асинхронного двигателя со "звезды" на "треугольник". Рассчитать, во сколько раз уменьшится пусковой ток.

11. Расчет переходного процесса торможения противовключением АД.

Задание: Рассчитать механическую характеристику АД в режиме торможения противовключением и определить время торможения до полной остановки при заданном моменте инерции.

12. Разработка схемы динамического торможения ДПТ.

Задание: Начертить принципиальную схему управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

13. Расчет энергетических показателей электропривода насоса.

Задание: Для насоса с известной характеристикой и заданным графиком водопотребления рассчитать годовую экономию электроэнергии при использовании частотно-регулируемого привода по сравнению с дроссельным регулированием.

14. Выбор полупроводникового преобразователя для ДПТ.

Задание: Подобрать тиристорный или транзисторный выпрямитель для питания якорной цепи двигателя постоянного тока, исходя из номинальных параметров двигателя и требований к диапазону регулирования скорости.

15. Анализ работы системы подчиненного регулирования скорости ДПТ.

Задание: Описать принцип работы системы электропривода постоянного тока с двухзонным регулированием скорости (с помощью изменения напряжения на якоре и ослаблением потока возбуждения). Назначить регуляторы для внутреннего контура тока и внешнего контура скорости.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Электроприводы постоянного тока.
2. Электроприводы переменного тока.
3. Регулирование скорости асинхронного двигателя.
4. Торможение асинхронных двигателей.
5. Электропривод с однофазным асинхронным двигателем.
6. Электропривод с линейным асинхронным двигателем.
7. Электропривод с шаговым двигателем.
8. Вентильно-индукторный электропривод.
9. Следящий электропривод.
10. Система управления подъемно-транспортного оборудования.
11. Система управления маршрутным электротранспортом.
12. Микропроцессоры средства упрощения электропривода.
13. Электропривод с программным управлением.
14. Электропривод с адаптивным управлением.
15. Расчет и выбор автоматизированных электроприводов и механизмов.
16. Управление вентиляторным, насосным и компрессорным оборудованием.
17. Сетевые средства систем управления электроприводами.
18. Электропривод с вентильным двигателем
19. Аппараты защиты, блокировок и сигнализации в ЭП.
20. Дискретные элементы и устройства управления ЭП.
21. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

22. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Объяснить, почему двигатель постоянного тока независимого возбуждения, работающий в системе Г-Д, имеет более мягкую естественную характеристику, чем в том случае, когда он питается от источника неизменного напряжения.
2. Объяснить, как влияет жесткость механических характеристик двигателя постоянного тока на величину диапазона регулирования.
3. Какими способами можно регулировать скорость асинхронных двигателей? Каковы достоинства и недостатки каждого способа?
4. Какие системы синхронного вращения существуют? Когда они применяются?
5. Показать на механических характеристиках, как распределяется нагрузка между двигателями, работающими на один вал при различных жесткостях характеристик двигателей.
6. Что называется переходным процессом электропривода?
7. Каковы условия возникновения переходного процесса?
8. Привести примеры производственных механизмов, где время переходных процессов составляет существенную долю в общем времени цикла.
9. Привести примеры производственных машин, у которых время переходных процессов несущественно и им можно пренебречь при выборе мощности двигателя для этих машин.
10. Что такое электромеханическая и электромагнитная постоянная времени? Какие величины определяют ту и другую постоянную?
11. Как определить время пуска и торможения электропривода?
12. Что такое форсировка возбуждения? Каким показателем она характеризуется?
13. Начертить кривые изменения тока возбуждения при форсировке и без нее, объяснить их характер. Показать на рисунке отрезок времени, на который сокращается время переходного процесса.
14. Объяснить физическую сторону пуска, торможения и реверсирования в системе ГД.
15. Какими способами может производиться форсировка возбуждения в системе Г-Д?
16. Какие функции выполняют пусковые резисторы? Почему нельзя включать двигатели постоянного тока без пускового резистора?
17. В каком режиме работают пусковые и тормозные резисторы?
18. Как рассчитываются тормозные сопротивления для торможения противотоком двигателей постоянного тока?
19. Как зависит длительность процесса торможения от величины тормозного сопротивления?
20. Каково назначение пускорегулирующих сопротивлений?
21. Какова последовательность теплового расчета сопротивлений?
22. Какие материалы применяются для изготовления резисторов?
23. Что такое несимметричное включение сопротивлений? В каких случаях оно применяется, какой дает эффект?
24. Из каких соображений выбирается количество пусковых ступеней?
25. Что представляет собой нагрузочная диаграмма двигателя?
26. Какие режимы работы двигателей установлены ГОСТом?
27. Чем характеризуется длительный режим работы двигателя?
28. Чем характеризуется кратковременный режим работы двигателя?
29. Чем характеризуется повторно – кратковременный режим работы двигателя?
30. Что такое относительная продолжительность включения?
31. Какие типы двигателей по способу защиты от воздействия окружающей среды существуют?
32. В чем заключается идея выбора двигателя способом средних потерь?
33. В чем заключается идея выбора двигателя способом эквивалентных величин?
34. Объяснить величины. Входящие в уравнение нагревания электродвигателя.

35. Чем определяется перегрузочная способность двигателей переменного тока. Постоянного тока?
36. Какую роль играет маховик в приводах с ударной нагрузкой?
37. Почему в приводах с ударной нагрузкой целесообразно применять двигатели с повышенным скольжением?
38. Что представляет собой жидкостный регулятор скольжения?
39. Какими способами можно увеличить допустимую частоту включений асинхронного короткозамкнутого двигателя?
40. Каковы особенности двигателей, предназначенных для повторно – кратковременного режима?
41. Как пересчитывается мощность двигателя, работающего в повторно – кратковременном режиме, с одной продолжительности включения на другую?
42. Чему равен полный расход электроэнергии при пуске электродвигателя в ход без нагрузки?
43. Какое влияние оказывает нагрузка двигателя на величину потерь при пуске?
44. От чего зависит расход энергии асинхронного двигателя при пуске?
45. Каково соотношение между величинами потерь в асинхронном двигателе при торможении против включением и при пуске?
46. Каково соотношение потерь при реверсе асинхронного двигателя и его пуске?
47. Назвать основные конструктивные элементы контактора.
48. Почему магнитная система контактора переменного тока набрана из листовой стали, а у контакторов постоянного тока – из сплошной стали?
49. Объяснить назначение и действие короткозамкнутого витка на полюсах контактора переменного тока.
50. Как производится гашение дуги в контакторах?
51. Каково назначение реле?
52. Объяснить, за счет чего достигается выдержка времени электромагнитных реле времени.
53. Что такое коэффициент возврата реле?
54. Что такое установка реле?
55. Объяснить устройство и принцип действия индукционного реле скорости типа РИС.
56. Каково устройство и принцип действия тепловых реле защиты?
57. Каково назначение путевых (конечных) выключателей?
58. Каково назначение электромагнитов, где они могут использоваться?
59. Как используются тахогенераторы в устройствах контроля? Начертить принципиальную схему и объяснить ее действие.
94. Какая схема соединения вентильных групп получила наибольшее распространение в реверсивных тиристорах?
95. Что такое замкнутая система управления электроприводом?
96. Что такое положительная обратная связь?
97. Что такое отрицательная обратная связь?
98. Что такое гибкая обратная связь?
99. По каким параметрам осуществляется обратные связи?
100. Почему замкнутые системы позволяют получить широкий диапазон регулирования скорости?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Как называется устройство, предназначенное для преобразования электрической энергии в механическую? а) Электрический генератор; б) **Электродвигатель**; в) Трансформатор; г) Выпрямитель.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какая характеристика электропривода представляет собой зависимость скорости вращения двигателя от момента сопротивления на валу? а) Механическая характеристика

механизма; б) **Механическая характеристика двигателя**; в) Нагрузочная диаграмма; г) Уравнение движения.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.3 Какой способ регулирования скорости асинхронного двигателя является наиболее экономичным и современным? а) Реостатное регулирование в цепи ротора; б) Изменение числа пар полюсов; в) **Плавное изменение частоты питающего напряжения с помощью преобразователя частоты**; г) Реостатное регулирование в цепи статора.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Как называется режим работы, при котором электродвигатель работает с постоянной нагрузкой в течение длительного времени, достаточного для достижения установившейся температуры? а) Кратковременный; б) Повторно-кратковременный; в) **Продолжительный (S1)**; г) Перемежающийся.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Какое устройство используется для плавного пуска асинхронного двигателя путем изменения напряжения на статоре? а) Магнитный пускатель; б) Автоматический выключатель; в) **Устройство плавного пуска (УПП)**; г) Контактор.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных типа механических характеристик производственных механизмов. а) **Вентиляторная (квадратичная зависимость момента от скорости)**; б) **Постоянная по моменту (независимая от скорости)**; в) Линейно-возрастающая; г) Обратно пропорциональная.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.2 Выберите два основных способа торможения электропривода. а) **Динамическое торможение**; б) **Торможение противовключением**; в) Рекуперативное торможение; г) Торможение "на выбег".

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.3 Выберите два основных элемента, входящих в состав регулируемого электропривода "преобразователь частоты — асинхронный двигатель" (ПЧ-АД). а) Синхронный генератор; б) **Выпрямитель**; в) **Инвертор**; г) Двигатель постоянного тока.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных требования, предъявляемых к электроприводу большинства механизмов. а) Низкая стоимость компонентов; б) **Надежность**; в) Сложность конструкции; г) **Высокое быстродействие**.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.5 Выберите два основных параметра, которые необходимо знать для выбора мощности электродвигателя. а) Цвет корпуса двигателя; б) **Номинальная скорость вращения**; в) **Момент инерции механизма и статический момент нагрузки**; г) Количество фаз питающей сети.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между типом двигателя и его основной областью применения.

А) Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	1) Приводы, требующие глубокого и плавного регулирования скорости (прокатные станы, намоточные устройства)
Б) Двигатель постоянного тока (ДПТ)	2) Насосы, вентиляторы, компрессоры, конвейеры с постоянной или мало меняющейся скоростью
В) Синхронный двигатель	3) Крупные насосы, вентиляторы, мельницы, где требуется компенсация реактивной мощности
Г) Вентильный двигатель (серводвигатель)	4) Робототехника, станки с ЧПУ, прецизионные системы позиционирования

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

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при прямом пуске асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя. 1\$ Двигатель разгоняется до номинальной скорости.

2\$ Нажатие кнопки "Пуск" подает питание на катушку контактора. 3\$ Силовые контакты контактора замыкаются и подключают двигатель к сети. 4\$ Двигатель начинает вращаться.

Правильный ответ: 2-3-4-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Афанасьев, А. Ю. Электрический привод: учебное пособие / А. Ю. Афанасьев. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-9729-1446-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133030.html>

2. Муконин, А. К. Электрический привод : учебное пособие / А. К. Муконин, А. В. Романов, В. А. Трубецкой. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 191 с. — ISBN 978-5-7731-1208-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147228.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Бекишев, Р. Ф. Электрический привод : учебное пособие / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 3-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 301 с. — ISBN 978-5-4497-1303-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147319.html>

4. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев ; под редакцией Р. Ф. Бекишева. — 3-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 223 с. — ISBN 978-5-4497-1278-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147320.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 «**Электрический привод**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрический привод

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)