

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

Тарасенко О.В.

«11» марта 2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Основы электропривода»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электроснабжение»

Разработчик:

доцент кафедры электроэнергетики

Колесниченко С.П.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электроэнергетики
от «11» марта 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Основы электропривода»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Чем вызывается нелинейность искусственных механических характеристик приводов ДПТ с ШИМ?

- А) неноминальным напряжением на якоре;
- Б) снижением тока до 0 за время паузы напряжения;
- В) снижением нагрузки;
- Г) изменением напряжения на ОВ;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Пусковой момент асинхронного двигателя с фазным ротором возрастает при:

- А) уменьшении резисторов в цепи ротора;
- Б) увеличении резисторов в цепи ротора;
- В) уменьшении резисторов в цепи ротора до нуля;
- Г) увеличении резисторов в цепи ротора до определённой величины;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Для генерации синхронным двигателем ёмкостной составляющей реактивной мощности используют:

- А) конденсаторы;
- Б) недовозбуждение ротора;
- В) перевозбуждение ротора;
- Г) минимизацию тока статора;
- Д) верного ответа нет.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие предложенных названий.

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1) Серийная обмотка | А) Синхронный двигатель |
| 2) Индукционный реостат | Б) Двигатель постоянного тока |
| 3) Преобразователь частоты | В) Двигатель с фазным ротором |
| 4) Автомат гашения поля | Г) Короткозамкнутый АД |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Установите соответствие названий режимов работы электродвигателей и их обозначениям на паспортных табличках.

- | | |
|-----------------------------------|-------|
| 1) Длительный режим | А) S1 |
| 2) Повторно-кратковременный режим | Б) S2 |
| 3) Перемежающийся режим | В) S3 |
| 4) Кратковременный режим | Г) S6 |

Правильный ответ:

1	2	3	4
А	В	Г	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Установите соответствие предложенных нормированных числовых рядов названию нормированного параметра.

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1) 30, 60, 120, 240; | А) продолжительность включения. |
| 2) 1,2 1,6 2,5 4,0 6,3; | Б) число пусков в час. |
| 3) 15, 25, 40, 60; | В) коэффициент инерции. |
| | Г) число электрических торможений. |

Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо.

1. Установите правильную последовательность коммутаций в схеме управления двигателем постоянного тока при пуске двигателя.

- А) включение напряжения на цепь якоря;
- Б) включение напряжения на цепь обмотки независимого возбуждения;
- В) шунтирование сопротивления ослабления поля;
- Г) отключение шунтирующих контактов пусковых сопротивлений;
- Д) включение катушки электромагнитного тормоза механизма;

Правильный ответ: Б, В, Г, А, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Установите правильную последовательность коммутаций в схеме управления пуском синхронного двигателя со встроенным возбудителем.

- А) Подключение возбудителя к обмотке ротора;
- Б) Шунтирование реакторов;
- В) Подключение к сети цепей статора;
- Г) Шунтирование резистора в цепи обмотки возбуждения возбудителя;
- Д) Отключение шунтирования резистора в цепи обмотки возбуждения возбудителя.

Правильный ответ: В, А, Г, Д, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Установите правильную последовательность по увеличению допустимой температуры изоляции электродвигателей.

- А) класс изоляции Н;
- Б) класс изоляции В;
- В) класс изоляции F;
- Г) класс изоляции Е;
- Д) класс изоляции С.

Правильный ответ: Г, Б, В, А, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Зависимость между приведенными к валу двигателя частотой вращения и моментом сопротивления механизма $\omega = f(M_c)$ называется _____

Правильный ответ: механической характеристикой производственного механизма

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

2. Механическая характеристика двигателя постоянного тока при отсутствии добавочных сопротивлений в цепи якоря называется _____

Правильный ответ: естественной

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

3. Режим, при котором обмотки статора отключают от сети и пропускают по ним постоянный ток, называется _____

Правильный ответ: электродинамическим торможением

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

4. Отношение максимальной установившейся частоты вращения к минимальной установившейся частоте вращения, при которых обеспечивается заданная точность поддержания скорости, называется _____

Правильный ответ: диапазоном регулирования

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Рассчитайте мощность электродвигателя для привода вентилятора, создающего давление газа $H = 76 \text{ Н/м}^2$ при его расходе $Q = 15 \text{ м}^3/\text{с}$ и к.п.д. вентилятора равном 0,55.

Правильный ответ: $P_2 = Q \cdot H / \eta = 15 \cdot 76 / 0,55 = 2072,7 \text{ Вт}$;

$P_2 = 2072,7 \text{ Вт}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

2. Рассчитайте мощность электродвигателя для привода вентилятора, если при частоте его вращения $n = 475 \text{ об/мин}$ вращающий момент $M = 10 \text{ Нм}$. Номинальная частота вращения вентилятора $n_{\text{НОМ}} = 950 \text{ об/мин}$.

Время выполнения – 25 мин.

Правильный ответ: $M = M(n_{\text{НОМ}} / n)^2 = 10(950/475)^2 = 40 \text{ Нм}$; $P_2 = M \cdot n / 9,55 = 40 \cdot 950 / 9,55 = 3979 \text{ Вт}$ / $P_2 = 3979 \text{ Вт}$ / 3979 Вт

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

3. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения имеет паспортные данные: $P_{2\text{НОМ}} = 4,8 \text{ кВт}$; $n_{\text{НОМ}} = 1500 \text{ об/мин}$; $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$; $I_{\text{НОМ}} = 24,2 \text{ А}$; $R_{\text{я}} = 0,38 \text{ Ом}$. Определить сопротивление резисторов, включение которых ограничит ток якоря при пуске и торможении противовключением до уровня $I_{\text{ДОП}} = 3 I_{\text{НОМ}}$

Правильный ответ: $R_{\text{П}} = U_{\text{НОМ}} / I_{\text{ДОП}} - R_{\text{я}} = 220 / 3 \cdot 24,2 - 0,38 = 2,65 \text{ Ом}$;

$R_{\text{Т}} = 2U_{\text{НОМ}} / I_{\text{ДОП}} - R_{\text{я}} = 2 \cdot 220 / 3 \cdot 24,2 - 0,38 = 5,68 \text{ Ом}$ / $R_{\text{Т}} = 5,68 \text{ Ом}$ / $5,68 \text{ Ом}$

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

4. Электродвигатель с моментом инерции ротора $J_{\text{Р}} = 0,1 \text{ кг/м}^2$ через редуктор с передаточным отношением $i = 6,14$ и моментом инерции первичного вала $J_1 = 0,02 \text{ кг/м}^2$ и моментом инерции вторичного вала $J_2 = 2 \text{ кг/м}^2$ вращает барабан лебёдки диаметром 0,3 м, на тросе которой закреплён груз массой 1000 кг. Определите приведенный к валу двигателя момент инерции всего механизма.

Правильный ответ: $\rho = D_{\text{Б}} / 2i = 0,3 / (2 \cdot 6,14) = 0,025 \text{ м}$; $J_{\Sigma} = J_{\text{Р}} + J_1 + J_2 / i^2 + m\rho^2 = 0,1 + 0,02 + 2 / 6,14^2 + 1000 \cdot 0,025^2 = 0,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ / $J_{\Sigma} = 0,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ / $0,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Асинхронный электродвигатель имеет номинальную мощность $P_{\text{НОМ}} = 28 \text{ кВт}$ при частоте вращения $n_{\text{НОМ}} = 700 \text{ об/мин}$ и $\text{ПВ}_{\text{НОМ}} = 25 \%$. Оценить нагрев

двигателя, если он будет периодически включаться на 3 мин при моменте сопротивления $M_C = 350 \text{ Нм}$, после чего будет отключаться на 5 мин.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

- 1) Определяем номинальную угловую частоту вращения:

$$\omega_{\text{НОМ}} = \pi \cdot n_{\text{НОМ}} / 30 = 3,14 \cdot 700 / 30 = 73,3 \text{ рад/с.}$$

- 2) Номинальный момент двигателя

$$M_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / \omega_{\text{НОМ}} = 28000 / 73,3 = 382 \text{ Нм.}$$

- 3) Продолжительность включения двигателя в цикле

$$\text{ПВ} = 100 \cdot t_p / (t_p + t_o) = 100 \cdot 3 / (3 + 5) = 37,5 \text{ \%}.$$

- 4) Определяем эквивалентный момент нагрузки при номинальном ПВ:

$$M_{\Sigma} = M_C \sqrt{(\text{ПВ} / \text{ПВ}_{\text{НОМ}})} = 350 \sqrt{(37,5 / 25)} = 429 \text{ Нм.}$$

Так как $M_{\Sigma} = 429 \text{ Нм} > M_{\text{НОМ}} = 382 \text{ Нм}$, то двигатель при работе в заданном цикле будет перегреваться выше допустимого уровня.

Ответ: так как $M_{\Sigma} = 429 \text{ Нм} > M_{\text{НОМ}} = 382 \text{ Нм}$, то двигатель при работе в заданном цикле будет перегреваться выше допустимого уровня.

Критерии оценивания:

-задание считается выполненным, если выполнены 3 из 4 пунктов в ожидаемом результате.

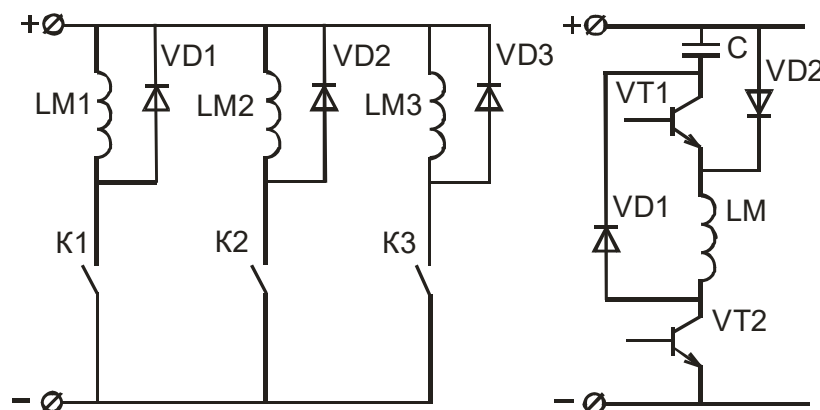
Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

2. Составить простую и улучшенную схемы управления обмотками вентильного электродвигателя постоянного тока и пояснить их работу.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

1. Простая и улучшенная схемы управления обмотками вентильного двигателя:



2. В простой схеме при замыкании ключевого элемента К обмотка двигателя LM подключается к источнику питания. Ток в обмотке нарастает до установившегося значения и создаётся магнитное поле, которое поворачивает ротор на определённый угол. Ключевой элемент отключает обмотку, но энергия, запасённая в магнитном поле, движет заряды в обмотке в прежнем направлении и цепь замыкается через диод VD. То есть энергия магнитного поля превращается в тепловую энергию в обмотке и диоде.

3. В улучшенной схеме после включения VT1 и VT2 ток начинает течь по обмотке LM и заряжается конденсатор C. После окончания заряда конденсатора, ток продолжает течь по обмотке по цепи VD2 – LM - VT2. После снятия сигнала управления с VT1 и VT2 ток протекает по цепи LM – VD1 – C - VD2 – LM и происходит перезарядка конденсатора C до обратной полярности. При повторном включении обмотки LM энергия, запасённая в конденсаторе, затрачивается на создание магнитного потока обмоткой LM, что значительно повысило к.п.д. привода с вентильным двигателем.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если представлена одна из двух схем управления обмотками вентильного двигателя и даны пояснения к ней, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

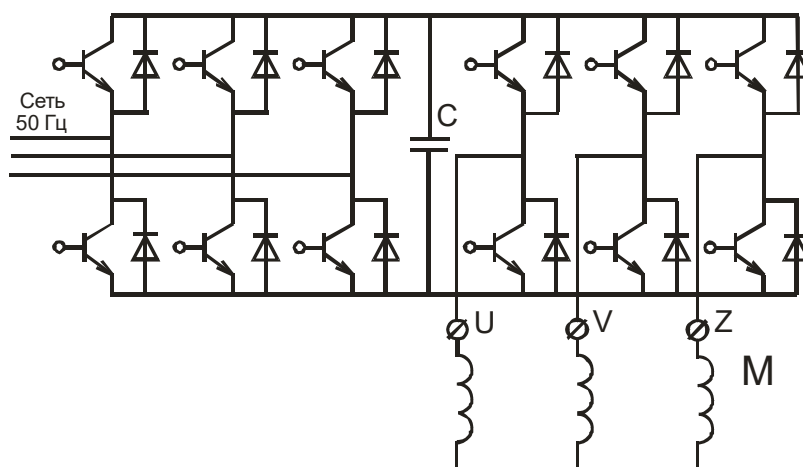
Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

3. Приведите схему электропривода с преобразователем частоты на базе IGBT транзисторов и охарактеризуйте законы частотного управления, которые могут быть реализованы таким приводом.

Время выполнения – 45 мин.

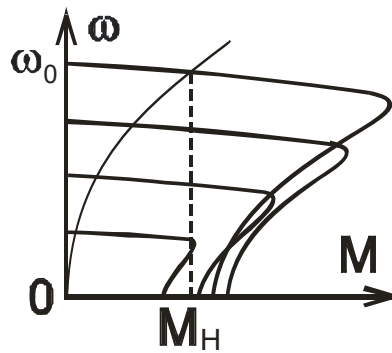
Ожидаемый результат:

1. Схема привода с преобразователем частоты на базе IGBT транзисторов:

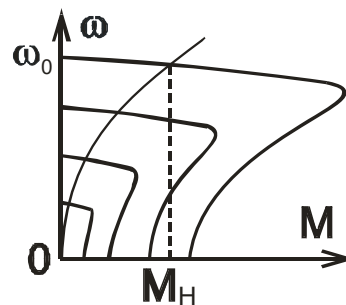


2. Микропроцессорные системы управления такими преобразователями частоты позволяют реализовать три основных закона частотного управления

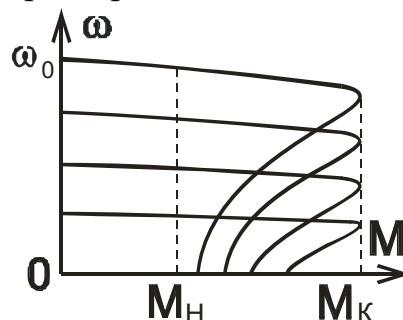
2.1. Наиболее простым является закон управления выходным напряжением в зависимости от выходной частоты, который обеспечивает минимальные потери в асинхронном двигателе при неизменном моменте сопротивления. При этом законе поддерживается соотношение $U_{\text{ВЫХ}}/f_{\text{ВЫХ}} = \text{const}$. Управление по этому закону обеспечивает следующие механические характеристики привода:



2.2. При вентиляторной или насосной (центробежные насосы) нагрузке необходим закон регулирования близкий к $U_{\text{ВЫХ}}/f_{\text{ВЫХ}}^2 = \text{const}$. Этот закон обеспечивает максимальный к.п.д. такого привода при большом диапазоне регулирования частоты вращения. Механические характеристики привода при таком законе:



2.3. Если при пуске и регулировании необходимо обеспечивать большие моменты, создаваемые двигателем, необходим закон регулирования, обеспечивающий постоянство магнитного потока двигателя $\Phi = \text{const}$. При этом законе механические характеристики имеют вид:



Законы $U_{\text{ВЫХ}}/f_{\text{ВЫХ}} = \text{const}$ и $\Phi = \text{const}$ при постоянном моменте нагрузки позволяют реализовать диапазон регулирования не более чем 1:10.

Критерии оценивания:

- задание считается выполненным, если представлена схема электропривода с преобразователем частоты на базе IGBT транзисторов и охарактеризованы 2 из 3 законов частотного управления, отвечающие смысловому содержанию в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

4. Рассчитайте температуру обмотки электродвигателя с классом изоляции F и постоянной времени нагрева равной 3 часа через 3 часа работы двигателя с

номинальной нагрузкой при начальной температуре обмотки равной 40°C и температуре охлаждающего воздуха равной 20°C .

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

1. Начальное превышение температуры обмотки двигателя над температурой окружающей среды

$$\tau_0 = t_{\text{ОБМ}} - t_{\text{ОКР}} = 40 - 20 = 20^{\circ}\text{C};$$

2. Допустимое установившееся превышение температуры обмотки электродвигателя с классом изоляции F

$$\tau_y = 155 - 40 = 115^{\circ}\text{C};$$

3. Так как время работы двигателя равно постоянной времени нагрева ($t=T$), то превышение температуры обмотки над температурой окружающей среды будет равно

$$\tau = 0,632(\tau_y - \tau_0) = 0,632(115 - 20) = 60^{\circ}\text{C};$$

4. Температура обмотки электродвигателя через 3 часа работы двигателя с номинальной нагрузкой будет равна

$$t_{\text{ОБМ}} = \tau + t_{\text{ОКР}} = 60 + 20 = 80^{\circ}\text{C}.$$

Ответ: $t_{\text{ОБМ}} = 80^{\circ}\text{C}$.

Критерии оценивания:

-задание считается выполненным, если выполнены 3 из 4 пунктов в ожидаемом результате.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Основы электропривода» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: «Электроснабжение».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем



Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)