

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 14:55:23

Уникальный программный ключ:

40a6db1879d6a9ee29ee8e0fb2f95e4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ  
декан электроэнергетического факультета

Климов. Н.А.

11 июня 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине  
**«Электрический привод»**

Направление подготовки	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль)	<u>Электроснабжение</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>
Формы обучения	<u>очная, заочная</u>
Сроки освоения ОПОП ВО	<u>4 года, 4 г. 7 мес.</u>

Караваево 2025

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Электрический привод».

Разработчик:  
заведующий кафедрой Васильков А.А. \_\_\_\_\_

Утвержден на заседании кафедры электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол № 8 от «14» апреля 2025 года.

Заведующий кафедрой Васильков А.А. \_\_\_\_\_

Согласовано:  
Председатель методической комиссии электроэнергетического факультета  
протокол №5 от «10» июня 2025 года.

Яблоков А.С.\_\_\_\_\_

## Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
Тема 1 Общие сведения и определения в дисциплине «Электрический привод»	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ТСк,	19
		Опрос	18
Тема 2 Механические и скоростные характеристики электродвигателей	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ТСк,	106
Тема 3 Переходные процессы в электроприводе		ЗЛР (опрос)	52
Тема 4 Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ТСк,	35
		ЗЛР (опрос)	32
Тема 5 Энергетика переходных процессов в электроприводе	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ТСк,	29
		Опрос	11
		ТСк,	14
		Опрос	17

**1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Таблица 2 – Формируемые компетенции**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
1	2	3
Тема № 1 Общие сведения и определения в дисциплине «Электрический привод»		
<p>ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>		ТСк, Опрос
Тема 2 Механические и скоростные характеристики электродвигателей		
<p>ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>		ТСк, ЗЛР (опрос)
Тема 3 Переходные процессы в электроприводе		
<p>ИД-1опк-4 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-2опк-4 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-3опк-4 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.</p> <p>ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>		ТСк, ЗЛР (опрос)
Тема 4 Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей		
<p>ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>		ТСк, Опрос

1	2	3
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p>Тема 5 Энергетика переходных процессов в электроприводе</p> <p>ИД-1<sub>ОПК-4</sub> Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-4</sub> Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-4</sub> Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.</p> <p>ИД-4<sub>ОПК-4</sub> Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5<sub>ОПК-4</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6<sub>ОПК-4</sub> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>	ТСк, Опрос

### **Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций**

#### **Тема 1 Общие сведения и определения в дисциплине «Электрический привод»**

##### **Компьютерное тестирование (ТСк):**

Выберите один правильный вариант и нажмите кнопку «Далее»

**Электромеханической или скоростной характеристикой двигателя называют (где: I – ток; ω – угловая скорость; M – момент; t - время):**

$$+I=f(\omega)$$

$$I=f(t)$$

$$M=f(\omega)$$

$$M=f(t)$$

**Механической характеристикой рабочей машины или двигателя называют (где: I – ток; ω – угловая скорость; M – момент; t - время):**

$$I=f(\omega)$$

$$I=f(t)$$

$$+M=f(\omega)$$

$$M=f(t)$$

**Под жесткостью механической характеристики ( $\beta$ ) электродвигателя или рабочей машины понимают (где: I – ток; ω – угловая скорость; M – момент; t - время):**

$$+\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$$

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta t}$$

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta I}$$

**По величине жесткости на сколько групп разделяют механические характеристики электродвигателей?**

+4  
3  
5  
6

**Абсолютно мягкая характеристика - это характеристика:**

+ при которой изменение угловой скорости не сопровождается изменением врачающего момента  
при которой угловая скорость с изменением момента остается неизменной  
которая показывает, что при незначительном изменении угловой скорости момент изменяется  
значительно  
при которой значительным изменениям скорости соответствуют относительно малые изменения  
момента

**Механическая характеристика производственного механизма рассчитывается по формуле  
(где  $M_c$  – момент сопротивления механизма при скорости ( $\omega$ );  $M_o$  – момент сопротивления  
трения в движущихся частях механизма;  $M_{c.h.}$  – момент сопротивления при номинальной  
скорости ( $\omega_n$ );  $x$  – коэффициент, характеризующий изменение момента сопротивления при  
изменении скорости):**

$$+ M_c = M_o + (M_{c.h.} - M_o) \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x$$

$$M_c = (M_{c.h.} - M_o) \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x$$

$$M_c = M_o + M_{c.h.} \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x$$

$$M_c = M_o + M_{c.h.} - M_o \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x$$

**При каком коэффициенте  $X$  получают так называемую «вентиляторную характеристику»**

$(M_c = M_o + (M_{c.h.} - M_o) \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x)$  (где  $M_c$  – момент сопротивления механизма при скорости ( $\omega$ ));

$M_o$  – момент сопротивления трения в движущихся частях механизма;  $M_{c.h.}$  – момент  
сопротивления при номинальной скорости ( $\omega_n$ );  $x$  – коэффициент, характеризующий  
изменение момента сопротивления при изменении скорости)?

X=0  
X=1  
+X=2  
X=-2

**При каких условиях работа двигателя соответствует «естественной механической  
характеристике»?**

+при номинальных параметрах питающего тока (напряжение, частота), отсутствии добавочных  
сопротивлений в цепях обмоток и нормальной схеме соединения  
при номинальной нагрузке и номинальных параметрах питающего тока (напряжение, частота)  
при номинальных оборотах и номинальной нагрузке, отсутствии добавочных сопротивлений в  
цепях обмоток и нормальной схеме соединения

**Под «статической устойчивостью» электропривода понимают:**

- +способность электродвигателя восстанавливать равновесие между моментами двигателя и рабочей машины при сравнительно медленном изменении возмущающих воздействий
- способность электродвигателя восстанавливать равновесие между моментами двигателя и рабочей машины при сравнительно быстром изменении возмущающих воздействий
- способность электродвигателя восстанавливать равновесие между моментами двигателя и рабочей машины за счет внешнего дополнительного воздействия

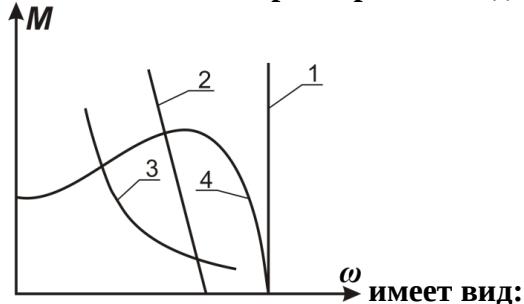
**При быстром изменении сохранение равновесия моментов электропривода происходит за счет:**

+ момента на валу электродвигателя и динамического момента, вызванного появлением значительных ускорений

момента на валу электродвигателя и статического момента, вызванного появлением значительных ускорений

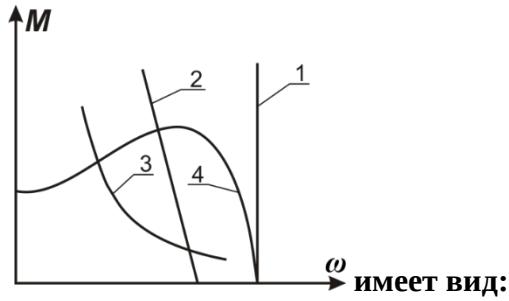
момента на валу электродвигателя и внешнего воздействия со стороны рабочей машины

**Механическая характеристика двигателя постоянного тока независимого возбуждения**



- имеет вид:
- 1
  - +2
  - 3
  - 4

**Абсолютно жесткая механическая характеристика электродвигателя**



- имеет вид:
- +1
  - 2
  - 3
  - 4

**Электромеханической характеристикой электродвигателя называется зависимость его скорости от:**

- Момента
- Мощности
- +Тока
- Напряжения

**Из каких основных частей состоит электропривод?**

- + силовая часть и система управления

механическая и динамическая  
система регулирования  
система устойчивости  
только силовая часть

**Что такое многодвигательный электропривод?**

- +Двигатель, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата
- Привод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину
- Трансмиссионный привод
- Привод, который служит для регулирования скорости
- Нет правильного ответа

**Чем характеризуется экономичность регулируемого привода?**

- +затратами на его сооружение и эксплуатацию
- затратами на его транспортировку
- затратами на дополнительные приборы
- экономически эффективный
- не имеет никаких затрат

**Какие характеристики можно получить при плавном регулировании?**

- естественные
- +искусственные
- физические
- вышеперечисленные
- нет правильного ответа

**Сколько электродвигателей входит в электропривод?**

- один
- несколько
- +количество электродвигателей зависит от типа электропривода
- вышеперечисленные
- нет правильного ответа

*Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Естественная механическая характеристика асинхронного электродвигателя характеризуется номинальными параметрами сети:**

- с дополнительными резисторами в статорной цепи
- с дополнительными резисторами в роторной цепи
- +без дополнительных сопротивлений в статорной цепи (50%)
- +без дополнительных сопротивлений в роторной цепи (50%)
- ненормальное включение двигателя

**Вопросы для опроса по теме:**

1. Структурная схема автоматического электромеханического привода.
2. Классификация электроприводов и их общая характеристика.
3. Механические характеристики рабочих машин и электродвигателей.
4. Что такое жесткость механических характеристик двигателей и рабочих машин?
5. Как определить жесткость механических характеристик графически?
6. Как определить жесткость механических характеристик аналитическим способом?
7. Что понимают под электромеханической или скоростной характеристикой двигателя?

8. При каких условиях работа двигателя соответствует естественной механической характеристике?

9. При каких условиях работа двигателя соответствует искусственной механической характеристике?

10. Что понимают под статической устойчивостью электропривода?

11. Что понимают под динамической устойчивостью электропривода?

12. Критерии статической устойчивости электропривода.

13. Система относительных единиц в электроприводе.

14. Что понимают под термином «относительная величина» в теории электропривода?

15. Что понимают под термином «относительное напряжение»?

16. Что понимают под термином «относительная частота»?

17. Что понимают под термином «относительная скорость»?

18. Что понимают под термином «относительное сопротивление»?

**Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций**

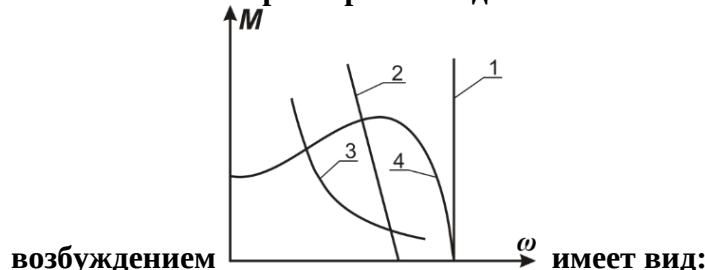
Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы по классификации электроприводов, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент способен анализировать установившиеся режимы работы, электромеханические и скоростные характеристики электрических машин, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

## **Тема 2 Механические и скоростные характеристики электродвигателей**

### **Компьютерное тестирование (ТСк):**

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Механическая характеристика двигателя постоянного тока (ДПТ) с параллельным**



**возбуждением имеет вид:**

1

+2

3

4

**Величина магнитного поля двигателя постоянного тока зависит от:**

тока якоря  $I_a$

ЭДС двигателя  $E$

+тока возбуждения  $I_b$   
момента сопротивления  $M_c$   
угловой скорости вращения якоря  $\omega$

**При увеличении нагрузки на валу двигателя постоянного тока ток якоря:**

+увеличивается  
остается неизменным  
уменьшается  
сначала увеличивается, а затем уменьшается до номинального значения

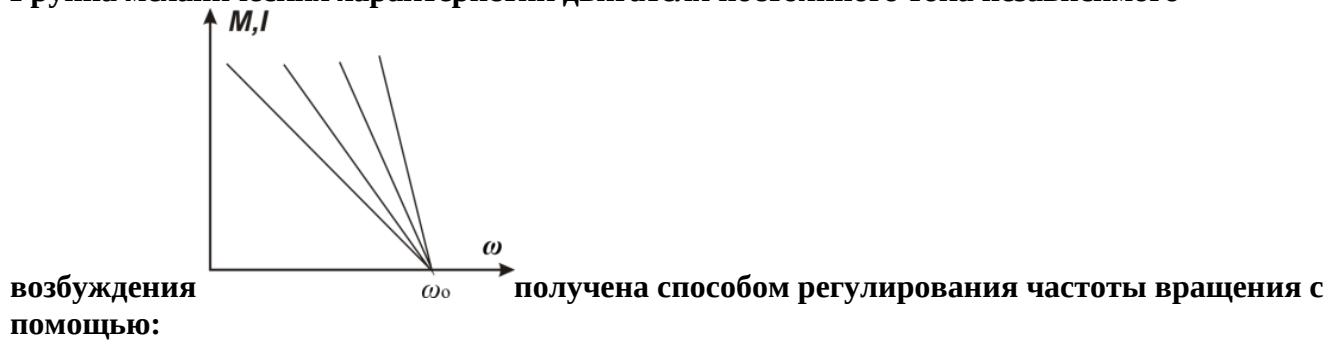
**Какая из электрических величин двигателя постоянного тока зависит от величины напряжения, прикладываемого к якорю машины?**

+ЭДС двигателя  $E$   
ток якоря  $I_a$   
угловая скорость вращения якоря  $\omega$   
момент двигателя  $M_d$

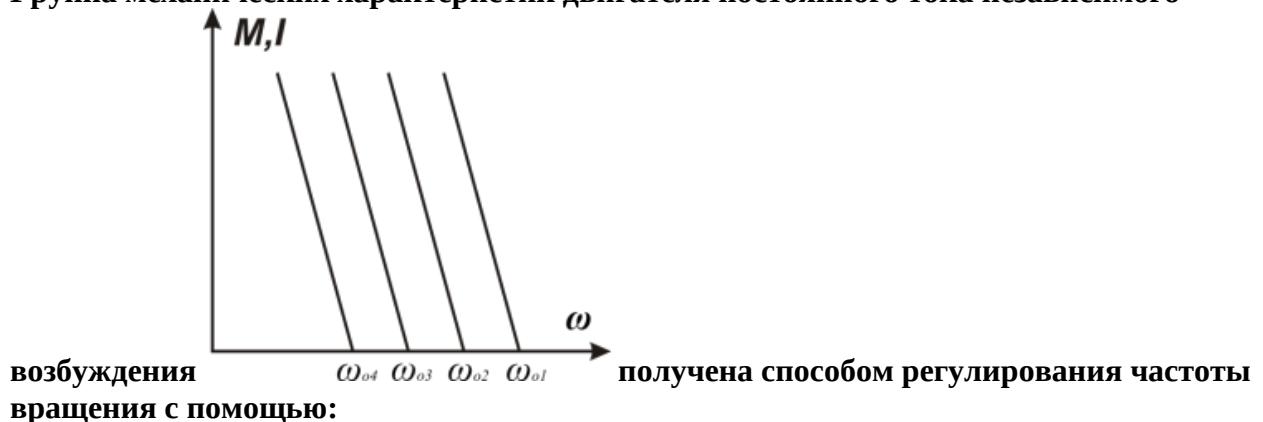
**Почему в первый момент, когда двигатель постоянного тока еще не успел тронуться с места, при пуске в якоре возникает ток, величина которого больше номинального значения?**

мала мощность двигателя  $P$   
велик магнитный поток  $\Phi$   
+отсутствует ЭДС двигателя  $E$   
отсутствует момент сопротивления  $M_c$

**Группа механических характеристик двигателя постоянного тока независимого**

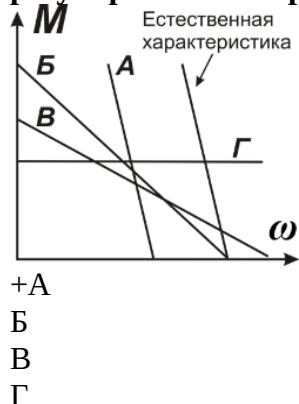


**Группа механических характеристик двигателя постоянного тока независимого**



резистора в якорной цепи  
+напряжения на якоре  
тока возбуждения  
магнитного потока

**Укажите характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения при регулировании скорости изменением напряжения, приложенного к якорю.**



**Группа механических характеристик двигателя постоянного тока независимого**



**вращения с помощью:**  
резистора в якорной цепи  
напряжения на якоре  
тока возбуждения  
+магнитного потока

**получена способом регулирования частоты**

**При изменении магнитного потока все механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения будут:**

параллельны  
пересекаться в одной точке  
+пересекаться в различных точках  
перпендикулярны друг другу

**На жесткость механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения какой параметр НЕ влияет?**

сопротивление якорной цепи  
+напряжение на якоре  
магнитный поток  
ток обмотки возбуждения

**Двигатель постоянного тока не может создать врачающий момент при отсутствии:**

момента инерции  $J$   
тока якоря  $I_a$   
+магнитного потока  $\Phi$  и тока якоря  $I_a$   
угловой скорости вращения якоря  $\omega$

**Ограничить величину тока якоря при пуске двигателя постоянного тока независимого возбуждения можно:**

пуском двигателя холостую

включением в сеть обмотки якоря невозбужденного двигателя

+включением добавочного резистора в цепь якоря двигателя

введением добавочного резистора в цепь обмотки возбуждения двигателя

**Как изменится угловая скорость двигателя постоянного тока независимого возбуждения на холостом ходу, если в процессе его работы произошел обрыв цепи возбуждения машины?**

не изменится

+возрастет

уменьшится

двигатель остановится

**Что произойдет при уменьшении величины тока в обмотке возбуждения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при  $M_c = \text{const}$ ?**

механическая характеристика переместится вниз параллельно самой себе

+увеличится наклон механической характеристики и угловая скорость якоря двигателя на холостом ходу

механическая характеристика останется неизменной

уменьшится жесткость механической характеристики, при этом угловая скорость якоря двигателя останется неизменной

**Для получения искусственной механической характеристики, лежащей ниже и параллельно естественной, необходимо:**

ввести добавочный резистор  $R_d$  в цепь якоря двигателя

+уменьшить напряжение, подводимое к якорю двигателя

уменьшить магнитный поток машины

увеличить напряжение, подводимое к якорю двигателя

**В установившемся режиме двигатель постоянного тока с независимым возбуждением работает при  $M_c - \text{const}$ . Какая величина после снижения подводимого напряжения к якорной цепи примет новое значение?**

момент двигателя  $M_d$

магнитный поток двигателя  $\Phi$

+угловая скорость двигателя  $\omega$

ток якоря  $I_a$

ток возбуждения  $I_b$

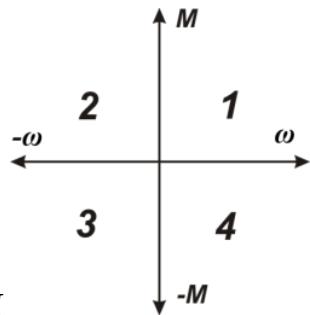
**Внутреннее сопротивление якоря ( $r_a$ ) двигателя постоянного тока ориентировочно можно определить по формуле (где:  $I_n$  –номинальный ток;  $U_n$  – номинальное напряжение;  $\eta_n$  – номинальный КПД;  $P_n$  – номинальная мощность):**

$$+ r_a \approx 0,5 \cdot \frac{U_n}{I_n} \cdot (1 - \eta_n)$$

$$r_a \approx 1,5 \cdot \frac{U_n}{I_n} \cdot (1 + \eta_n)$$

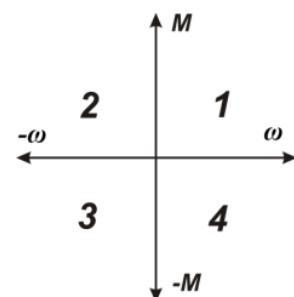
$$r_a \approx 0,5 \cdot \frac{P_n}{I_n} \cdot (1 - \eta_n)$$

$$r_a \approx 0,25 \cdot \frac{P_n}{I_n} \cdot (1 - U_n)$$



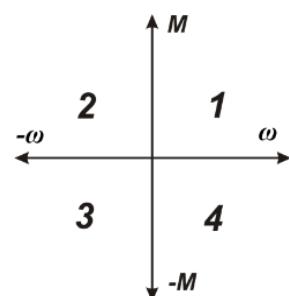
В каких квадрантах плоскости  $\omega, M$  изображают электромеханические и механические характеристики двигателей постоянного тока в режимах торможения?

- 2-3
- +2-4
- 3-4
- 1-2



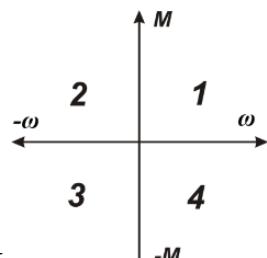
В каких квадрантах плоскости  $\omega, M$  изображаются электромеханические и механические характеристики ДПТ независимого возбуждения прямого включения в режиме динамического торможения?

- 1
- 2
- 3
- +4



В каких квадрантах плоскости  $\omega, M$  изображаются электромеханические и механические характеристики ДПТ независимого возбуждения прямого включения в режиме торможения противовключением?

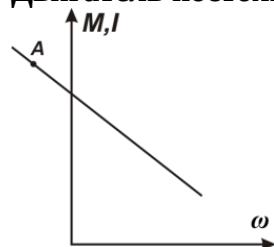
- 1
- +2
- 3
- 4



**В каких квадрантах плоскости  $\omega, M$  изображаются электромеханические и механические характеристики ДПТ независимого возбуждения прямого включения в рекуперативном торможении?**

- 1
- 2
- 3
- +4

**Двигатель постоянного тока независимого возбуждения, работающий в точке «А»:**

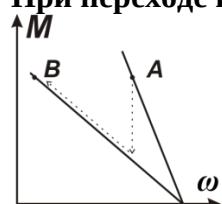


потребляет электроэнергию и расходует ее только на потери в якорной цепи  
отдает электроэнергию в сеть

+ преобразует механическую энергию в электрическую, выделяющуюся в виде тепла в якорной цепи

потребляет электроэнергию из сети и преобразует ее в механическую

**При переходе из точки А в точку Б двигатель работает в режиме:**



- +двигательном
- рекуперативном тормозном
- динамического тормозном
- тормозном противовключением

**Угловая скорость идеального холостого хода ДПТ независимого возбуждения при уменьшении напряжения на якоре в 2 раза:**

- увеличится в 2 раза
- + уменьшится в 2 раза
- останется неизменной
- уменьшится в 4 раза

**Угловая скорость идеального холостого хода ДПТ независимого возбуждения при уменьшении потока возбуждения в 2 раза:**

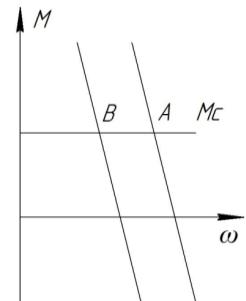
- уменьшится в 2 раза
- увеличится в 4 раза
- + увеличится в 2 раза
- останется неизменной

**При изменении магнитного потока все механические характеристики ДПТ независимого возбуждения будут:**

- +пересекаться в различных точках
- пересекаться в одной точке
- параллельны

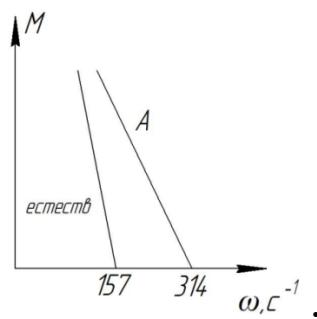
**При изменении магнитного потока все электромеханические характеристики ДПТ независимого возбуждения будут:**

- параллельны
- +пересекаться в одной точке
- пересекаться в различных точках



**Каким образом можно перевести ДПТ независимого возбуждения из точки А в точку Б?**

- увеличением сопротивления в цепи якоря
- увеличением потока возбуждения
- +уменьшением напряжения, приложенного к якорю
- уменьшением потока возбуждения



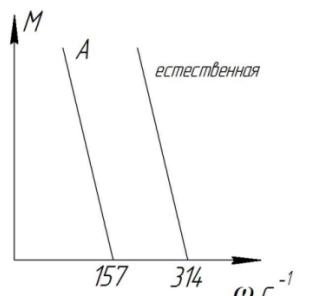
**При работе на характеристике А**

$$U = U_n / 2$$

$$+\Phi = \Phi_n / 2$$

$$\Phi = 2 \cdot \Phi_n$$

$$R_x = 2 \cdot R_a$$



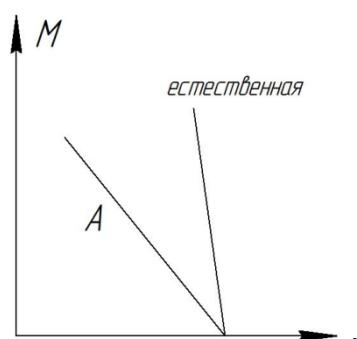
**При работе на характеристике А**

$$\Phi = \Phi_n / 2$$

$$R_x = 2 \cdot R_a$$

$$+ U = U_n / 2$$

$$U = U_n / 4$$



**При работе на характеристике А**

$$+ R_x > 0$$

$$U < U_n$$

$$\Phi < \Phi_n$$

$$\Phi > \Phi_n$$

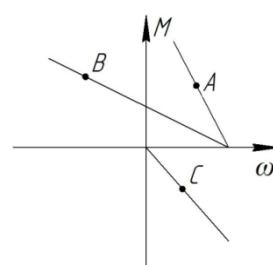
**Для определения номинального момента на валу электродвигателя справедливо выражение:**

$$M_n = k \cdot \Phi \cdot \omega_n$$

$$M_n = k \cdot \Phi \cdot I_n$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}$$

$$M_n = P_n \cdot \omega_n$$



**При работе ДПТ независимого возбуждения в точке А выражение:**

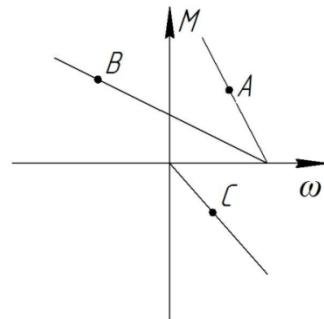
$$+ U - E = I_a \cdot R_a$$

$$- U - E = I_a \cdot R_a$$

**справедливо**

$$U = I_a \cdot R_a$$

$$E = I_a \cdot R_a$$



**При работе ДПТ независимого возбуждения в точке В выражение:**

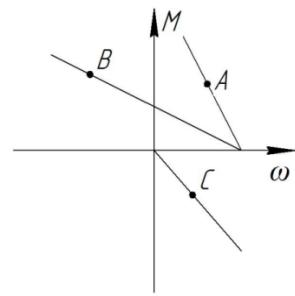
$$+ U + E = I_a \cdot R_a$$

$$E = I_a \cdot R_a$$

$$U = I_a \cdot R_a$$

$$E = -I_a \cdot R_a$$

справедливо



**При работе ДПТ независимого возбуждения в точке С выражение:**

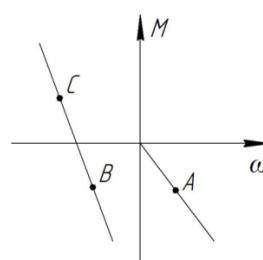
$$U - E = I_a \cdot R_a$$

$$U + E = I_a \cdot R_a$$

$$E = U + I_a \cdot R_a$$

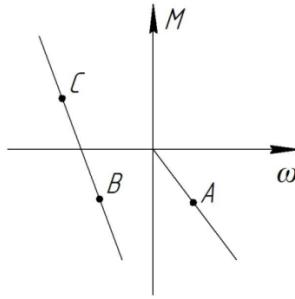
$$+ E = I_a \cdot R_a$$

справедливо



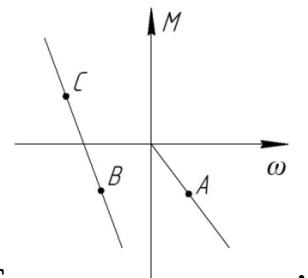
**В точке А ДПТ независимого возбуждения**  
+ динамического торможения  
генераторном  
двигательном  
торможения противовключением

**работает в режиме:**

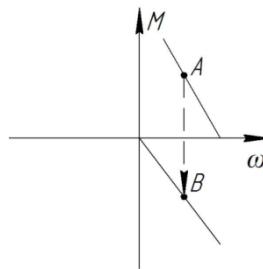


**В точке В ДПТ независимого возбуждения**  
торможения противовключением  
динамического торможения  
генераторном  
+двигательном

работает в режиме:



**ДПТ независимого возбуждения, работающий в точке С**  
потребляет электроэнергию и расходует её только на потери в якорной цепи  
+отдаёт электроэнергию в сеть  
преобразует механическую энергию в электрическую, выделяющуюся в виде тепла в якорной цепи  
потребляет электроэнергию из сети и преобразует ее механическую

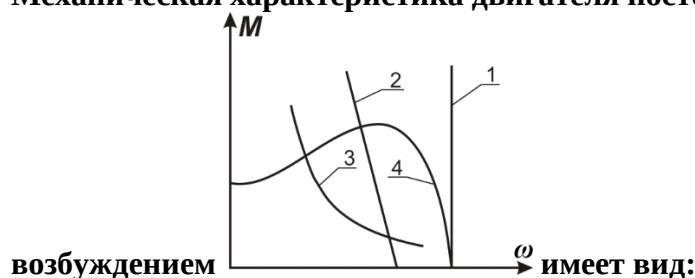


**Для перехода ДПТ из точки А в точку В**

необходимо:

+отключить обмотку якоря от сети и замкнуть её на дополнительное сопротивление, оставив обмотку возбуждения под напряжением  
вращать якорь с помощью стороннего двигателя помошью стороннего двигателя с угловой скоростью  $\omega > \omega_0$   
включить дополнительное сопротивление в цепь якоря, не отключая его от сети  
отключить обмотку якоря от сети и замкнуть её на дополнительное сопротивление, подключив обмотку возбуждения к якорю

**Механическая характеристика двигателя постоянного тока (ДПТ) с последовательным возбуждением**

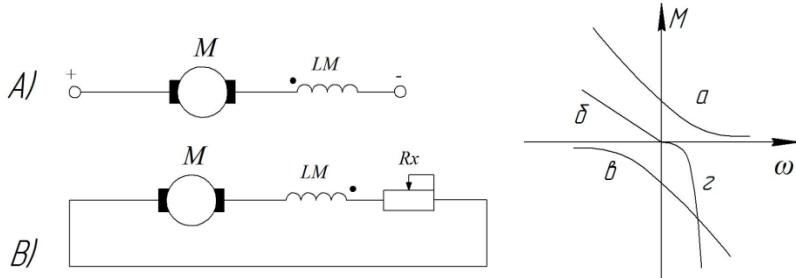


1  
+2  
3  
4

**Недопустимо включать без нагрузки двигатель постоянного тока:**

- независимого возбуждения  
параллельного возбуждения  
+последовательного возбуждения  
смешанного возбуждения

**В результате перехода от схемы включения А к схеме включения В**



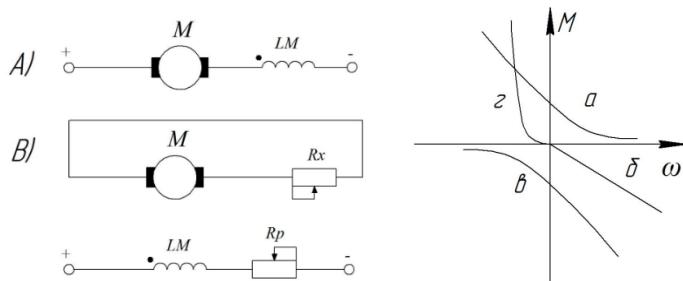
**механическая характеристика будет иметь вид:**

а  
б  
в  
+г

**Для ДПТ последовательного возбуждения неосуществим режим:**

- динамического торможения  
+генераторного торможения  
торможения противовключением (тормозной спуск)  
режим торможения противовключением (перемена полярности)

**В результате перехода от схемы включения А к схеме включения В**



**механическая характеристика будет иметь вид:**

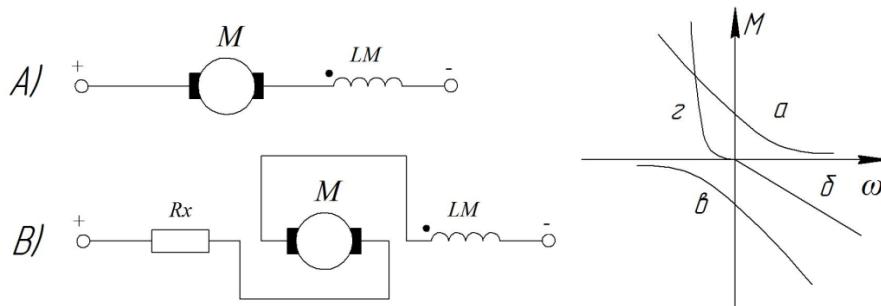
а  
+б  
в  
Г

**Для осуществления реверса ДПТ последовательного возбуждения необходимо:**

- изменить полярность на зажимах двигателя  
изменить полярность только на якоре двигателя  
не изменяя полярности на якоре, включить в цепь якоря дополнительное сопротивление

+включить дополнительное сопротивление в цепь якоря и изменить полярность на якоре двигателя

**В результате перехода от схемы включения А к схеме включения В**



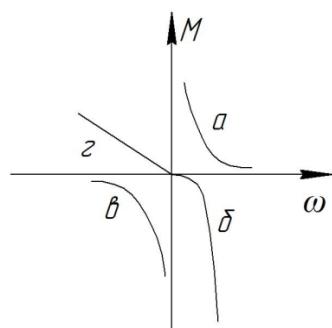
механическая характеристика будет иметь вид:

- а
- б
- +в
- г

**Модуль жесткости механической характеристики ДПТ последовательного возбуждения при уменьшении напряжения, приложенного к двигателю:**

практически останется неизменным  
уменьшится  
+увеличится  
изменит «знак» на противоположный

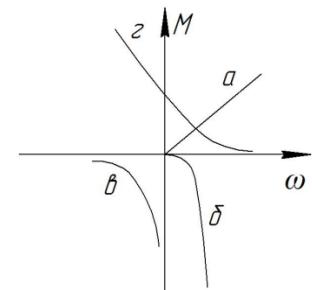
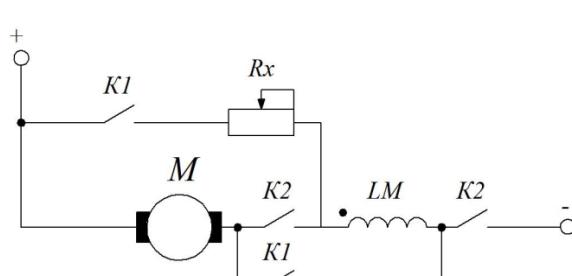
**Динамическому торможению (с самовозбуждением) ДПТ последовательного возбуждения**



соответствует механическая характеристика:

- а
- +б
- в
- г

**Схеме включения ДПТ последовательного возбуждения (при замыкании контактов K1 и**



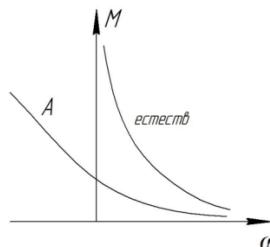
размыкании контактов K2)

соответствует механическая характеристика:

а  
+б  
в  
г

**Как изменится частота вращения ДПТ последовательного возбуждения с шунтирующим цепь якоря сопротивлением, если уменьшить его величину?**

- +уменьшится  
увеличится  
останется неизменным

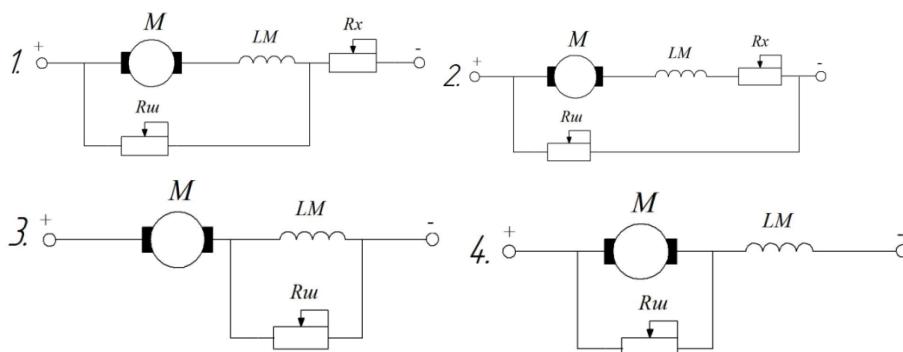


**Механическую характеристику А**  
**возбуждения можно получить:**

**ДПТ последовательного**

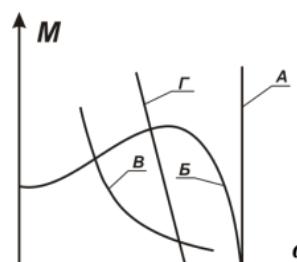
- +изменением дополнительного сопротивления в цепи якоря  
шунтированием обмотки возбуждения  
изменением напряжения, приложенного к якорю  
шунтированием якоря

**Какая из приведенных схем**



**применяется для регулирования скорости вверх от основной? 1**

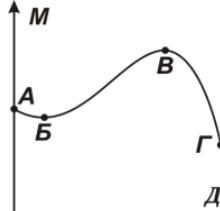
- 2  
+3  
4



**Какая из кривых является механической характеристикой асинхронного двигателя?**

А  
+Б  
В  
Г

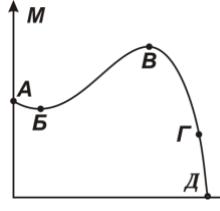
**Какая из отмеченных точек на механической характеристике асинхронного двигателя**



**соответствует синхронной угловой скорости вращения ротора?**

А  
Б  
В  
Г  
+Д

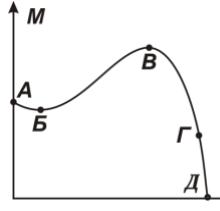
**Какая из отмеченных точек на механической характеристике асинхронного двигателя**



**соответствует моменту пусковому?**

+ А  
Б  
В  
Г  
Д

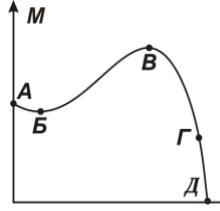
**Какая из отмеченных точек на механической характеристике асинхронного двигателя**



**соответствует моменту минимальному?**

А  
+Б  
В  
Г  
Д

**Какая из отмеченных точек на механической характеристике асинхронного двигателя**



**соответствует моменту критическому (максимальному)?**

А  
Б

+В

Г

Д

Какая примерно из отмеченных точек на механической характеристике асинхронного



А

Б

В

+Г

Д

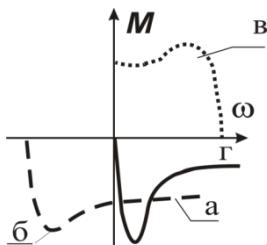
Механическая характеристика б асинхронного двигателя при динамическом торможении выглядит:

а

б

в

+г



асинхронного двигателя при

для перевода асинхронного электродвигателя в генераторный режим параллельно с сетью необходимо:

- + чтобы скорость вращения ротора превысила синхронную частоту вращения электромагнитного поля
- осуществить реверс электродвигателя
- создать дополнительную нагрузку на валу
- увеличить напряжение питания электродвигателя

Режим торможения, обусловленный подачей постоянного тока на статорную обмотку асинхронного двигателя, называется:

Генераторным режимом

+динамическим режимом

режимом противовключения

рекуперативным режимом

При работе асинхронного двигателя в режиме торможения с отдачей энергии в сеть скольжение должно быть:

$S > 1$

$0 < S < 1$

$+S < 0$

$S = 0$ .

**Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором в двигательном режиме прямого включения работает в диапазоне изменения скольжения:**

- от 0 до 2
- +от 1 до 0
- от - 1 до 0
- от -1 до 1

**При подаче на статор заторможенного двигателя напряжения частотой  $f_1$  частота тока ротора  $f_2$  будет:**

- $f_2 > f_1$
- $+f_2 = f_1$
- $f_2 = 2f_1$
- $f_2 < f_1$

**Критическое скольжение  $s_k$  асинхронного двигателя:**

- зависит от напряжения сети
- пропорционально квадрату частоты сети  $f_1$
- +обратно пропорционально частоте сети  $f_1$
- пропорционально индуктивному сопротивлению статора двигателя

**Укажите верную формулу для определения синхронной угловой скорости асинхронного двигателя (где:  $\omega_0$  – синхронная угловая скорость;  $p_n$  – пары полюсов двигателя;  $f_1$  – частота тока сети):**

$$\begin{aligned}\omega_0 &= \frac{60p_n}{f_1} \\ + \omega_0 &= \frac{2\pi f_1}{p_n} \\ \omega_0 &= \frac{2\pi f_1}{60} \\ \omega_0 &= \frac{60f_1}{2\pi}\end{aligned}$$

**Определить синхронную частоту вращения асинхронного двигателя с паспортными данными:  $f_1 = 50 \text{ Гц}$ ,  $n_h = 1420 \text{ об/мин}$ :**

- $n_1 = 1450 \text{ об/мин.}$
- $n_1 = 1475 \text{ об/мин.}$
- + $n_1 = 1500 \text{ об/мин.}$
- $n_1 = 3000 \text{ об/мин.}$

**Определить число пар полюсов асинхронного двигателя с паспортными данными:  $f_1 = 50 \text{ Гц}$ ,  $n_h = 920 \text{ об/мин.}$ :**

- $p_n = 1$
- $p_n = 4$
- + $p_n = 3$
- $p_n = 2$

**При частотном регулировании угловой скорости асинхронного двигателя необходимо:**

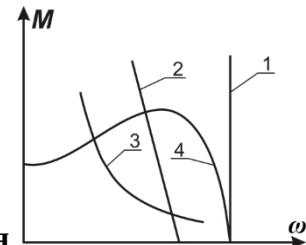
- с изменением частоты тока изменять момент нагрузки
- с изменением напряжения изменять момент нагрузки
- с изменением частоты тока изменять момент инерции
- + с изменением частоты тока изменять напряжение на статоре

**Пусковое скольжение асинхронного двигателя  $S_p$  равно:**

- +1
- 2
- 0
- 0,5

**Момент, развиваемый АД, пропорционален напряжению питания:**

- Прямо
- +Квадратично
- Кубично



**Механическая характеристика синхронного электродвигателя имеет вид:**

- +1
- 2
- 3
- 4

**Механическая характеристика синхронной машины:**

- +абсолютно жесткая
- абсолютно мягкая
- жесткая
- мягкая

**К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?**

- к источнику постоянного тока
- к источнику однофазного переменного тока
- +к источнику трехфазного тока
- к источнику переменного тока
- нет правильного ответа

**Синхронные двигатели относятся к двигателям:**

- с регулируемой частотой вращения
- с регулируемой частотой скорости
- +с нерегулируемой частотой вращения
- со ступенчатым регулированием частоты вращения
- Нет правильного ответа

**С какой целью асинхронный двигатель с фазным ротором снабжают контактными кольцами и щетками?**

- +для соединения ротора с регулировочным реостатом
- для соединения статора с регулировочным реостатом
- для подключения двигателя к сети
- вышеперечисленное
- нет правильного ответа

**Чему равен КПД асинхронного двигателя, работающего в режиме холостого хода?**

- +0
- 90%
- 80%
- 70%
- 60%

**При работе АД в режиме рекуперативного торможения для скольжения справедливо соотношение:**

- $S > 1$
- $+S < 0$
- $0 < S < 1$
- $S = 0$

**Может ли критическое скольжение АД иметь значение, превышающее единицу?**

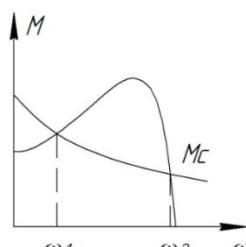
- да, при снижении  $U$
- не может
- +да, при включении дополнительного сопротивления в цепь ротора
- да, при включении дополнительного сопротивления в цепь статора

**Для АД, работающего в двигательном и генераторном режимах, при одинаковых значениях скольжения для тока ротора справедливо соотношение:**

- $|I_{2\text{дв}}| > |I_{2Г}|$
- $|I_{2\text{дв}}| = |I_{2Г}|$
- +  $|I_{2\text{дв}}| < |I_{2Г}|$

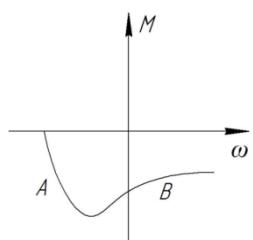
**Для механических характеристик АД в генераторном и двигательном режимах для критических моментов справедливо соотношение:**

- $|M_{K\text{дв}}| > |M_{KГ}|$
- $|M_{K\text{дв}}| = |M_{KГ}|$
- +  $|M_{K\text{дв}}| < |M_{KГ}|$



**При пуске АД с моментом сопротивления на валу  $M_c$  происходит его разбег до скорости:**

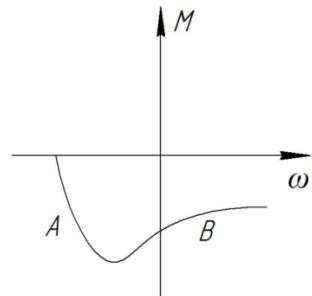
- $\omega = \omega_1$
- $\omega = \omega_0$
- +  $\omega = 0$
- $\omega = \omega_2$



**В точке А**

динамического торможения  
торможения противовключением  
генераторного торможения  
+двигательном

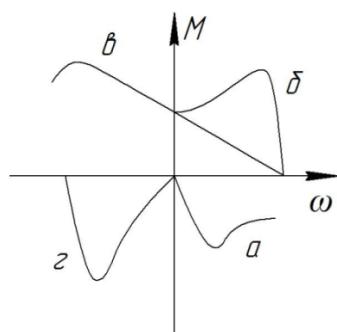
**АД работает в режиме:**



**В точке В**

динамического торможения  
генераторного торможения  
двигательном  
+торможения противовключением

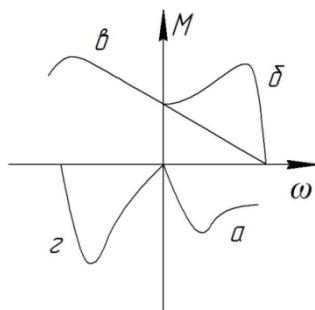
**АД работает в режиме:**



**Работе трехфазного АД в однофазном режиме  
механическая характеристика:**

**соответствует**

- а
- б
- в
- +г



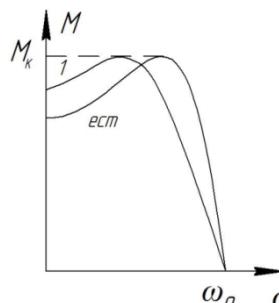
**Механическая характеристика «а» АД  
режиме:**

**соответствует его работе в**

торможения противовключением  
+ динамического торможения  
торможения с рекуперацией  
двигательном

**Для увеличения максимального (критического) момента АД в режиме динамического торможения необходимо:**

- уменьшить сопротивление роторной цепи
- увеличить сопротивление роторной цепи
- уменьшить постоянный ток в цепи статора
- +увеличить постоянный ток в цепи статора



**Механическая характеристика АД 1 изменении:**

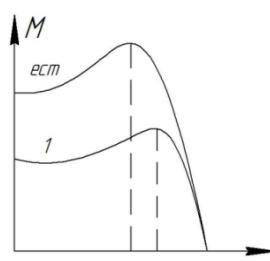
- $U$
- $R_1$
- $+ R_2$
- $x_1 + x_2$

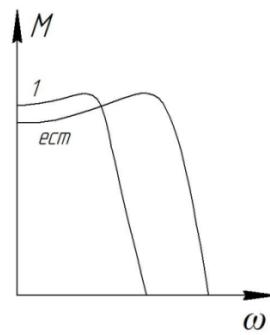
может быть получена при

**Механическая характеристика АД 1 изменении:**

- $U$
- $+ R_1$
- $R_2$
- $f \text{ и } U$

может быть получена при





**Механическая характеристика АД 1 изменении:**

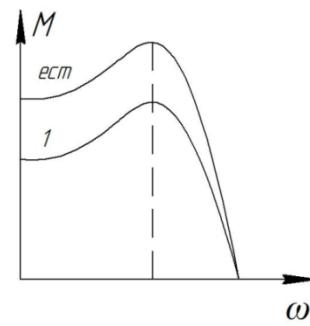
$U$

$R_1$

$R_2$

$+ f \propto U$

может быть получена при



**Механическая характеристика АД 1 изменении:**

$+ U$

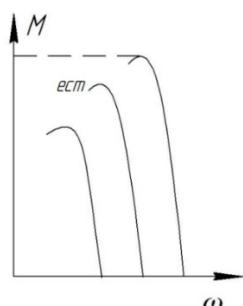
$R_1$

$R_2$

$x_1 + x_2$

может быть получена при

**Механические характеристики АД при частотном регулировании скорости**



$\omega$  соответствуют закону изменения напряжения:

$$\frac{U}{f} = const$$

$$\frac{U}{f^2} = const$$

$$\frac{U}{\sqrt{f}} = const$$

$$f = varia \quad U = const$$

**При постоянной мощности сопротивления на валу АД основной закон при частотном регулировании скорости имеет вид:**

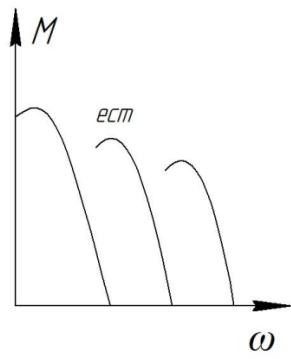
$$\frac{U}{f} = const$$

$$\frac{U}{f^2} = const$$

$$+\frac{U}{\sqrt{f}} = const$$

$$f \approx varia \quad U \approx const$$

**Механические характеристики АД при частотном регулировании скорости**



соответствуют закону изменения напряжения:

$$\frac{U}{f} = const$$

$$\frac{U}{f^2} = const$$

$$+\frac{U}{\sqrt{f}} = const$$

$$f = varia \quad U = const$$

**При постоянном моменте сопротивления на валу АД основной закон при частотном регулировании скорости имеет вид:**

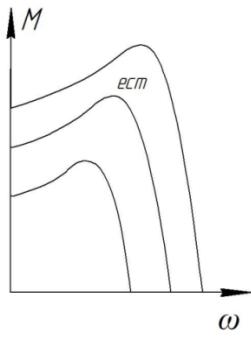
$$\frac{U}{f} = const$$

$$\frac{U}{f^2} = const$$

$$\frac{U}{\sqrt{f}} = const$$

$$f = varia \quad U = const$$

## Механические характеристики АД при частотном регулировании скорости



соответствуют закону изменения напряжения:

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

$$+\frac{U}{f^2} = \text{const}$$

$$\frac{U}{\sqrt{f}} = \text{const}$$

$$f = \text{varia} \quad U = \text{const}$$

При вентиляторном моменте сопротивления на валу АД основной закон при частотном регулировании скорости имеет вид:

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

$$+\frac{U}{f^2} = \text{const}$$

$$\frac{U}{\sqrt{f}} = \text{const}$$

$$f = \text{varia} \quad U = \text{const}$$

Для определения величины номинального сопротивления фазы ротора АД справедливо выражение:

$$R_{2n} = \frac{E_{2n}}{\sqrt{3} \cdot I_{2n}}$$

$$+ R_{2n} = \frac{E_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{3} \cdot I_{2n}}$$

$$R_{2n} = \frac{E_{2n} \cdot S_n}{\sqrt{3} \cdot I_{2n}}$$

$$R_{2n} = \frac{E_{2n}}{\sqrt{3} \cdot I_{2n} \cdot S_n}$$

Выберите несколько правильных вариантов и нажмите кнопку «Далее»

**На жесткость механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения влияют:**

+сопротивление цепи якоря (50%)

напряжение, приложенное к якорю

+ток обмотки возбуждения (50%)  
коэффициент полезного действия  
мощность двигателя постоянного тока

**Торможение противовключением двигателя постоянного тока независимого возбуждения осуществляется:**

+принудительным вращением якоря в сторону, противоположную направлению включения (50%)  
замыканием якоря на добавочный резистор  
+изменением полярности напряжения на якоре (50%)  
подачей на якорь переменного напряжения  
изменением напряжения

**Возможные тормозные режимы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения:**

+торможение противовключением (50%)  
рекуперативное торможение  
емкостное торможение  
индуктивное торможение  
+динамическое торможение (50%)

**Синхронная угловая скорость асинхронного двигателя зависит от:**

+числа пар полюсов (50%)  
напряжения  
+частоты тока сети (50%)  
магнитного потока

**Естественная механическая характеристика асинхронного электродвигателя характеризуется номинальными параметрами сети:**

с дополнительными резисторами в статорной цепи  
с дополнительными резисторами в роторной цепи  
+без дополнительных сопротивлений в статорной цепи (50%)  
+без дополнительных сопротивлений в роторной цепи (50%)  
ненормальное включение двигателя

**Для построения механической характеристики асинхронного двигателя используются:**

+каталожные данные (50%)  
метод трех касательных  
+формула Клосса (50%)  
метод Эйлера  
уравнения Кирхгофа

**Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя осуществляется:**

+изменением частоты питающего тока (33,3%)  
только шунтированием якоря  
+изменением числа пар полюсов (33,3%)  
+с помощью регулировочных резисторов в роторе (33,3%)  
изменением чередования двух фаз напряжения, питающего обмотку статора

## **Вопросы для защиты лабораторных работ (опрос) по теме:**

1. Основные уравнения, характеризующие работу двигателя постоянного тока (ДПТ): уравнение баланса напряжений якорной цепи, ЭДС якоря, электромагнитного момента.
2. Вывод уравнения скоростных и механических характеристик ДПТ.
3. Уравнения и графики скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением для двигательного режима.
4. Построение естественной и искусственных скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением по паспортным данным.
5. Искусственные скоростные и механические характеристики ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением.
6. Уравнения скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением в относительных единицах.
7. Тормозные режимы ДПТ. Виды тормозных режимов, способы их осуществления.
8. Расчет пусковых сопротивлений ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением аналитическим методом.
9. Расчет тормозных сопротивлений ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением аналитическим методом.
10. Расчет пусковых ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением графическим методом.
11. Расчет тормозных сопротивлений ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением графическим методом.
12. Механические характеристики тормозных режимов.
13. Какому уравнению отвечает механическая характеристика ДПТ независимого возбуждения?
14. Что такое скорость идеального холостого хода?
15. От каких параметров зависит скорость идеального холостого хода?
16. Как перевести двигатель в режим торможения противовключением?
17. Как перевести двигатель в режим динамического торможения с независимым возбуждением?
18. Как перевести двигатель в режим динамического торможения с самовозбуждением?
19. Вывод уравнений скоростных и механических характеристик ДПТ с последовательным возбуждением и их анализ.
20. Универсальные характеристики ДПТ с последовательным возбуждением.
21. Построение скоростных и механических характеристик ДПТ с последовательным возбуждением по универсальным характеристикам.
22. Построение искусственных скоростных характеристик ДПТ с последовательным возбуждением.
23. Построение искусственных механических характеристик ДПТ с последовательным возбуждением.
24. Тормозные режимы ДПТ с последовательным возбуждением. Механические характеристики тормозных режимов.
25. Динамический тормозной режим ДПТ с последовательным возбуждением. Механические характеристики тормозного режима.
26. Тормозной режим противовключением ДПТ с последовательным возбуждением. Механические характеристики тормозного режима.
27. Расчет пусковых ДПТ с последовательным возбуждением.
28. Расчет тормозных сопротивлений ДПТ с последовательным возбуждением.
29. Паспортные данные 3-фазных асинхронных электродвигателей.
30. Схема замещения 3-фазного асинхронного электродвигателя. Параметры схемы замещения.
31. Вывод механической характеристики 3-фазного асинхронного электродвигателя в параметрической форме.

32. Преобразование уравнения механической характеристики асинхронного двигателя в параметрической форме к формуле Клосса.
33. Анализ механической характеристики 3-фазного асинхронного двигателя.
34. Кратности пускового, максимального и минимального моментов. Определение критического скольжения.
35. Построение естественной механической характеристики 3-фазного асинхронного двигателя по паспортным и каталожным данным.
36. Искусственные механические характеристики 3-фазного асинхронного электродвигателя при изменении напряжения.
37. Искусственные механические характеристики 3-фазного асинхронного электродвигателя при изменении активного сопротивления в обмотках статора.
38. Искусственные механические характеристики 3-фазного асинхронного электродвигателя при изменении частоты тока и активного сопротивления в цепи обмотки ротора.
39. Искусственные механические характеристики 3-фазного асинхронного электродвигателя при изменении частоты тока и напряжения на обмотке статора. Характеристики при  $U/f = \text{const}$ .
40. Построение искусственных реостатных механических характеристик 3-фазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором. Параметры, определяющие величину критического скольжения.
41. Зависимость критического момента 3-фазного асинхронного электродвигателя от напряжения и частоты питающего тока.
42. Тормозные режимы 3-фазных АД. Способы получения, область применения.
43. Расчет пусковых сопротивлений 3-фазных АД.
44. Расчет тормозных сопротивлений 3-фазных АД.
45. С какой целью асинхронный двигатель с фазным ротором снабжают контактными кольцами и щетками?
46. К какому источнику электрической энергии подключается обмотка статора синхронного двигателя?
47. Способы уменьшения пусковых токов 3-фазных АД с к.з. ротором.
48. Механические характеристики 1-фазных АД без пусковой обмотки. Пульсирующее магнитное поле 1-фазного АД, как сумма вращающихся полей.
49. Назначение пусковой обмотки и ее роль в создании пускового момента в 1-фазном двигателе.
50. Реостатные и конденсаторные схемы пуска в 1-фазном АД.
51. Использование 3-фазных АД в 1-фазном режиме.
52. Механические характеристики пуска и угловая характеристика синхронного электродвигателя.

**Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы о естественных и искусственных скоростных и механических характеристиках ДПТ, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент способен анализировать установившиеся режимы работы, тормозные режимы ДПТ с последовательным возбуждением, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

### Тема 3 Переходные процессы в электроприводе

#### Компьютерное тестирование (ТСк)

Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»

**Уравнение движения при вращательном движении электропривода имеет вид:**

$$A_o - A_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

$$+ M_o - M_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

$$P_o - P_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

$$I_o - I_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

**Уравнение движения при поступательном движении электропривода имеет вид:**

$$+ F_o - F_c = m \frac{dv}{dt}$$

$$M_o - M_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

$$P_o - P_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

$$I_o - I_c = j \frac{d\omega}{dt};$$

**Уравнение для определения среднего радиуса инерции для сплошного цилиндра имеет вид:**

$$+ \rho^2 = \frac{R^2}{2}$$

$$\rho^2 = \frac{R^2 + r^2}{2}$$

$$\rho^2 = \frac{b^2 + c^2}{12}$$

$$\rho^2 = \frac{l^2 + 3R^2}{12}$$

**Реактивные моменты всегда направлены:**

+против движения

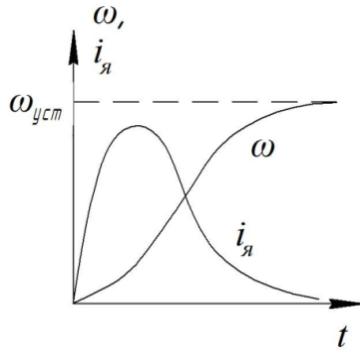
перпендикулярно

не имеют направления

могут иметь любое направление

нет правильного ответа

**Кривые переходного процесса пуска ДПТ независимого возбуждения при постоянном**



**напряжении источника**

**получены в предположении, что:**

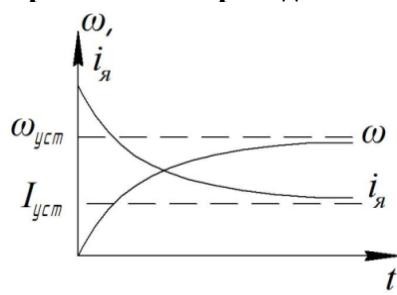
$$T_m \neq 0, T_s = 0$$

$$T_m = 0, T_s \neq 0$$

$$+ T_m \neq 0, T_s \neq 0$$

$$T_m = 0, T_s = 0$$

**Кривые переходного процесса пуска ДПТ независимого возбуждения**



**получены в предположении, что:**

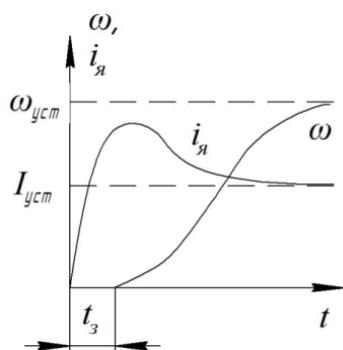
$$T_m \approx T_s$$

$$T_m > T_s$$

$$T_m < T_s$$

$$+ T_m \neq 0, T_s = 0$$

**Время запаздывания  $t_3$  при пуске ДПТ независимого возбуждения**



**при  $M_c = const$ :**

$$+ t_3 \equiv T_s$$

$$t_3 \equiv I/T_s$$

$$t_3 \text{ не зависит от } T_s$$

$$t_3 \equiv T_m$$

$$t_3 \equiv I/T_m$$

**При увеличении момента сопротивления рабочей машины время пуска для одного и того же двигателя:**

- останется неизменным
- +увеличится
- уменьшится

**С увеличением жесткости механических характеристик АД электромеханическая постоянная времени:**

- увеличится
- +уменьшится
- останется неизменной

**За время, равное электромеханической постоянной при динамическом моменте, линейно зависящем от скорости, электродвигатель разгонится до скорости, равной:**

$$\begin{aligned}\omega &= 0,5 \cdot \omega_{y_{cm}} \\ \omega &= 0,96 \cdot \omega_{y_{cm}} \\ +\omega &= 0,63 \cdot \omega_{y_{cm}} \\ \omega &= 0,72 \cdot \omega_{y_{cm}}\end{aligned}$$

**Какой вращающий момент считается положительным?**

- +действующий в направлении вращения
- действующий в направлении, противоположном направлению вращения
- соответствующий положительному знаку мощности

**Как по отношению к суммарному моменту двигателя и нагрузки действует динамический момент привода?**

- +встречно
- согласованно
- встречно или согласованно, в зависимости от знака суммарного момента

**Какие величины определяют динамический момент в приводе?**

- +момент инерции вращающихся масс
- угловое ускорение
- угловая скорость
- угловое положение

**Как изменится динамический момент привода, если момент инерции вращающихся масс увеличится вдвое?**

- +увеличится вдвое
- уменьшится вдвое
- увеличится вчетверо
- уменьшится вчетверо
- останется без изменения

**Как изменится длительность разгона привода, если момент инерции вращающихся масс увеличится вдвое?**

- +увеличится вдвое
- уменьшится вдвое
- увеличится вчетверо
- уменьшится вчетверо
- останется без изменения

**Как изменится длительность разгона привода, если суммарный вращающий момент, действующий на вал двигателя, увеличится вдвое?**

- увеличится вдвое
- +уменьшится вдвое
- увеличится вчетверо
- уменьшится вчетверо
- останется без изменения

**Каким уравнением описывается процесс нагрева электродвигателя?**

$$M = M_{\text{нач}} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right) \right] + M_c \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right)$$

$$M = M_c \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right) + M_{\text{нач}} \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right)$$

$$M = M_c \left[ 1 - \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right) \right] - M_c \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right)$$

$$+ M_{\text{нач}} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right) \right] + M_{\text{нач}} \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right)$$

$$M = M_{\text{нач}} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right) \right] - M_c \cdot \exp \left( - \frac{t}{B_x} \right)$$

**По какому выражению определяется электромеханическая постоянная времени электродвигателя?**

$$B_x = J \frac{\omega_o M_h}{S_{hx}}$$

$$+ B_x = J \frac{\omega_o S_{hx}}{M_h}$$

$$B_x = J \frac{S_{hx} M_h}{\omega_o}$$

**Постоянная времени нагрева электродвигателя:**

время пуска

+время нагрева до  $\tau_{yctm}$  без отдачи тепла в окружающую среду

время нагрева до  $\tau_{yctm}$

время нагрева до  $\tau_{yctm}$  с отдачей тепла в окружающую среду

**Для определения установившегося значения превышения температуры двигателя справедливо выражение:**

$$+\tau_{yct} = \frac{\Delta P}{A}$$

$$\tau_{yct} = \frac{A}{\Delta P}$$

$$\tau_{yct} = \frac{C}{A}$$

$$\tau_{yct} = \frac{\Delta P}{C}$$

**Чему практически равно время нагрева двигателя от начального до установившегося значения превышения температуры?**

$$\begin{aligned} t &= T_h \\ t &< T_h \\ +t &= (3 \dots 4)T_h \\ t &= (9 \dots 10)T_h \end{aligned}$$

**Чем объясняется, что у самовентилируемых двигателей постоянная времени нагрева  $T_h$  значительно меньше постоянной времени охлаждения  $T_{oxl}$ ?**

- + уменьшением теплоотдачи
- увеличением теплоемкости
- увеличением теплоотдачи
- уменьшением теплоемкости
- неизменным значением теплоемкости и теплоотдачи

**Как при изменении нагрузки на валу электродвигателя изменяется величина  $T_h$ ?**

- при увеличении нагрузки  $T_h$  увеличивается
- при увеличении нагрузки  $T_h$  уменьшается
- при уменьшении нагрузки  $T_h$  уменьшается
- при уменьшении нагрузки  $T_h$  увеличивается
- + при изменении нагрузки  $T_h$  практически не изменяется

**Уравнение теплового баланса двигателя при неизменной нагрузке имеет вид:**

$$\begin{aligned} +Qdt &= A\tau dt + Cdt \\ Qdt &= Cdt + A\tau dt \\ A\tau dt &= Qdt + Cdt \\ Qdt &= C\tau dt + A\tau dt \\ Qdt &= C\tau dt + Adt \end{aligned}$$

**В каких единицах измеряется теплоотдача А двигателя?**

$$\frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{°С}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}^{\circ}\text{С}} = \frac{\text{с}}{\text{Дж}^{\circ}\text{С}}$$

**По какому выражению определяется постоянная времени нагрева двигателя?**

$$\begin{aligned} T_h &= \frac{A}{C} \\ T_h &= \frac{\tau_{уст}}{A} \\ T_h &= \frac{A}{t} \\ T_h &= \frac{C}{\tau_{уст}} \\ +T_h &= \frac{C}{A} \end{aligned}$$

**Каким уравнением описывается процесс нагрева электродвигателя?**

$$\tau = \tau_{нач} \left[ 1 - \exp \left( -\frac{t}{T_h} \right) \right] + \tau_{уст} \cdot \exp \left( -\frac{t}{T_h} \right)$$

$$\tau = \tau_{\text{уст}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right) + \tau_{\text{нач}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right)$$

$$\tau = \tau_{\text{уст}} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right) \right] - \tau_{\text{уст}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right)$$

$$+ \tau_{\text{нач}} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right) \right] + \tau_{\text{нач}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right)$$

$$\tau = \tau_{\text{нач}} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right) \right] - \tau_{\text{уст}} \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_H}\right)$$

**В каких единицах измеряется теплоемкость С двигателя?**

Дж/с

Дж  $\cdot$   $^{\circ}$ C

+Дж/ $^{\circ}$ C

Дж  $\cdot$   $^{\circ}$ C

Дж/с  $\cdot$   $^{\circ}$ C

**С увеличением температуры окружающей среды допустимая нагрузка на электродвигатель:**

увеличивается

+уменьшается

остается неизменной

**Как влияет на длительность нагрева начальная температура двигателя?**

увеличится длительность

уменьшится длительность

+не влияет на длительность

**Как влияет на длительность нагрева конечная температура двигателя?**

увеличится длительность

уменьшится длительность

+не влияет на длительность

*Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Какие величины определяют установившееся превышение температурой двигателя температуры окружающей среды при нагреве?**

+мощность потерь (50%)

+теплоотдача (50%)

теплоемкость

**Какие величины определяют постоянную времени двигателя при нагреве?**

мощность потерь

+теплоотдача (50%)

+теплоемкость (50%)

**Какие величины определяют длительность нагрева двигателя?**

мощность потерь

+теплоотдача (50%)

+теплоемкость (50%)

**Номинальные режимы работы двигателя определяют по признаку:**

+температура нагрева и охлаждения  
длительность рабочего и отключенного состояний  
соотношение длительности рабочего и отключенного состояний  
соотношение реальной и номинальной нагрузок двигателя

**Вопросы для защиты лабораторных работ (опрос) по теме:**

1. Переходные процессы в электроприводе.
2. Уравнение движения электропривода и его анализ при вращательном движении.
3. Уравнение движения электропривода и его анализ при поступательном движении.
4. Приведение вращающих моментов и сил к скорости одного вала.
5. При каких условиях уравнение движения электропривода справедливо?
6. Приведение моментов инерции и масс к скорости одного вала.
7. Как понимаете приведенный момент инерции к валу двигателя?
8. Определение момента инерции деталей и механизмов в электроприводе аналитическим способом.
9. Определение момента инерции деталей и механизмов в электроприводе способом крутильных колебаний.
10. Определение момента инерции деталей и механизмов в электроприводе методом свободного выбега.
11. Анализ механических переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой электродвигателя при постоянном моменте сопротивления. Вывод уравнения, графики изменения определяющих величин.
12. Электромеханическая постоянная времени электропривода, ее влияние на характер переходных процессов электропривода.
13. По какому выражению определяется электромеханическая постоянная времени электродвигателя?
14. Физический смысл электромеханической постоянной времени электропривода.
15. Анализ механических переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой электродвигателя при моменте сопротивления, зависящем от скорости. Вывод уравнения, графики изменения определяющих величин.
16. Анализ механических переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой электродвигателя при моменте сопротивления, зависящем от времени. Вывод уравнения, графики изменения определяющих величин.
17. Определение времени разбега электропривода с асинхронным электродвигателем. Метод конечных разностей.
18. Определение времени разбега электропривода с ДПТ независимым (параллельным) возбуждением. Метод конечных разностей.
19. Определение времени разбега электропривода с асинхронным электродвигателем. Метод пропорций.
20. Определение времени разбега электропривода с ДПТ независимым (параллельным) возбуждением. Метод пропорций.
21. Метод компьютерного расчета времени переходных процессов.
22. Постоянная времени нагрева и способы ее определения.
23. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Понятие установившегося, допустимого и номинального превышений температуры.
24. Уравнение нагрева и охлаждения электродвигателей. Вывод, анализ входящих величин.
25. Влияние температуры окружающей среды и конструктивных параметров на допустимую мощность электродвигателей.
26. Зависимость установившегося превышения температуры от нагрузки.

27. Чем объясняется, что у самовентилируемых двигателей постоянная времени нагрева  $T_n$  значительно меньше постоянной времени охлаждения  $T_{охл}$ ?
28. Чему практически равно время нагрева двигателя от начального до установившегося значения превышения температуры?
29. Как при изменении нагрузки на валу электродвигателя изменяется величина  $T_n$ ?
30. В каких единицах измеряется теплоотдача  $A$  двигателя?
31. Каким уравнением описывается процесс нагрева электродвигателя?
32. В каких единицах измеряется теплоемкость  $C$  двигателя?

**Таблица 5 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1опк-4 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. ИД-2опк-4 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. ИД-3опк-4 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами. ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик. ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы по переходным процессам в электроприводе, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент способен использовать методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, применять знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, анализировать установившиеся режимы работы и механические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

#### **Тема 4 Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей**

##### **Компьютерное тестирование (ТСк)**

*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Подбор электродвигателя к рабочей машине ведется по режиму:**

холостого хода

минимальной загрузки

+номинальной загрузки

перегрузки

**Эквивалентная мощность для ступенчатого графика нагрузки определяется выражением (где:  $P_{экв}$  – эквивалентная мощность;  $P_i$  – мощность на  $i$ -том участке;  $t_i$  – время на  $i$ -том участке;  $t_u$  – время цикла):**

$$P_{экв} = \frac{\sum_1^n P_i t_i}{t_u}$$

$$P_{\text{ЭКВ}} = \frac{\sqrt{\sum_i^n P_i^2 t_i}}{t_{\text{ц}}}$$

$$+ \frac{P_{\text{ЭКВ}}}{t_{\text{ц}}} = \frac{\sum_i^n P_i^2 t_i}{t_{\text{ц}}}$$

$$P_{\text{ЭКВ}} = \frac{\sqrt{P_{\text{max}}^2 t_{\text{max}}}}{t_{\text{ц}}}$$

Правильному выбору электродвигателя по нагреву соответствует условие (где:  $\tau_{\text{max}}$  – максимальное превышение температуры электродвигателя при его работе с данной нагрузкой;  $\tau_{\text{доп}}$  – допустимое превышение температуры в соответствии с классом изоляции электродвигателя):

$$+ \tau_{\text{max}} = \tau_{\text{доп}}$$

$$\tau_{\text{max}} > \tau_{\text{доп}}$$

$$\tau_{\text{max}} = (3...4)\tau_{\text{доп}}$$

$$\tau_{\text{max}} = 0,5\tau_{\text{доп}}$$

Зависимость между коэффициентами термической  $\rho_m$  и механической  $\rho_m$  перегрузок имеет вид:

$$\rho_m = \sqrt{\rho_n \alpha}$$

$$+ \rho_n = \sqrt{\rho_n(\alpha + 1) - \alpha}$$

$$\rho_m = \sqrt{\rho_n}$$

$$\rho_n = \sqrt{\rho_m(\alpha - 1)}$$

$$\rho_n = \sqrt{\rho_m \alpha - 1}$$

**Двигатель, выбранный по нагрузочной диаграмме, необходимо и достаточно проверить:**

+ по условию надежного пуска

по перегрузочной способности

по условию надежного пуска и перегрузочной способности

никаких проверок производить не следует

Для проверки асинхронного двигателя по условию надежного пуска справедливо выражение (где:  $M_n$  – момент номинальный электродвигателя;  $M_{\text{пуск}}$  – момент пусковой электродвигателя;  $M_k$  – момент критический электродвигателя;  $M_{\text{тр}}$  – момент трогания рабочей машины;  $k$  – коэффициент, учитывающий снижение напряжения):

$$M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{тр}} + M_n$$

$$M_{\text{пуск}} \geq 0,25M_{\text{тр}}$$

$$+ k_u^2 M_{\text{пуск}} \geq M_{\text{тр}} + 0,25M_n$$

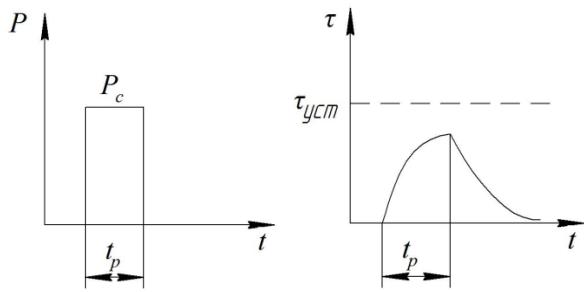
$$k_u^2 M_k \geq M_{\text{тр}} + 0,25M_n$$

При выборе мощности двигателя продолжительного режима (S1) для работы в кратковременном режиме (S2) справедливо выражение (где:  $P_n$  – номинальная мощность электродвигателя;  $P_{\text{ЭКВ}}$  – эквивалентная мощность электродвигателя;  $\rho_m$  – коэффициент механической перегрузки):

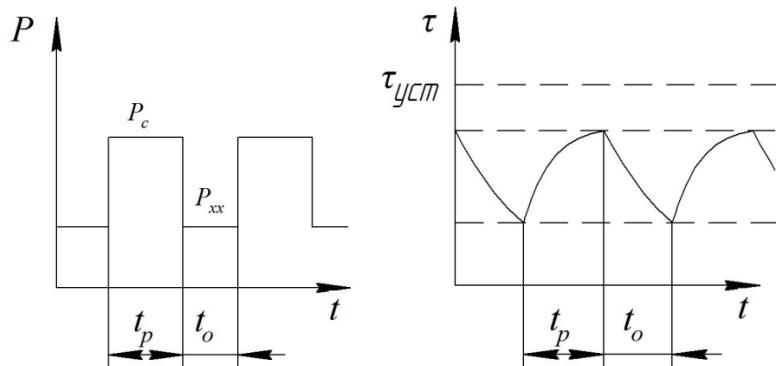
$$+ \frac{P_n}{\rho_m} \geq \frac{P_{\text{ЭКВ}}}{\rho_m}$$

$$P_n \leq P_{\text{ЭКВ}} \rho_m$$

$$P_n \leq \frac{P_{\text{ЭКВ}}}{\rho_m}$$

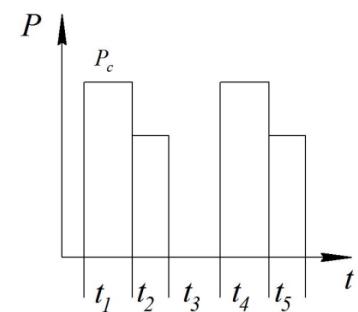


**График нагрузки**  
соответствует режиму работы двигателя:  
продолжительному  
повторно-кратковременному  
перемежающемуся  
+кратковременному



**График нагрузки**  
соответствует режиму работы двигателя:  
+перемежающемуся  
повторно-кратковременному  
кратковременному  
продолжительному

**Относительная продолжительность включения для графика нагрузки равна:**

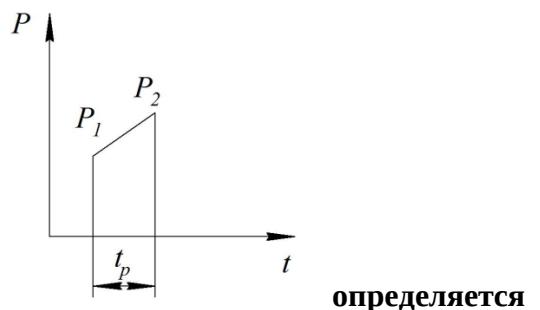


$$\varepsilon = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}$$

$$\varepsilon = \frac{t_1}{t_1 + t_2}$$

$$+\varepsilon = \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3}$$

$$\varepsilon = \frac{t_1 + t_2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}$$



**Эквивалентная мощность нагрузочной диаграммы выражению:**

$$P_{\text{экв}} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{\text{экв}} = \frac{P_1 + P_2}{t_p}$$

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_1^2 + P_2^2}{3} \cdot t_p}$$

$$P_{\text{экв}} = \frac{P_1^2 + P_2^2}{3}$$

$$+ P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_1^2 + P_1 \cdot P_2 + P_2^2}{3}}$$

**определяется**

**Укажите параметр, определяющий работу двигателя в повторно-кратковременном режиме:**

+ продолжительность включения

продолжительность паузы

продолжительность цикла

**При переменной продолжительной нагрузке нагрузка на валу электродвигателя может периодически меняться, при этом периодически меняются:**

частота тока питающей сети

амплитуда напряжения питающей сети

коэффициент активной мощности электродвигателя

+ потери мощности в электродвигателе

**Для проверки выбранного электродвигателя по нагреву на практике используют методы эквивалентных величин, в которые НЕ входит метод:**

+ эквивалентного напряжения

эквивалентного тока

эквивалентного момента

эквивалентной мощности

**При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентного тока необходимо, чтобы номинальный ток предварительно выбранного по каталогу электродвигателя был по отношению к эквивалентному току:**

больше не менее чем в 2 раза

+ больше или равен

меньше или равен

меньше

**При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентного момента необходимо, чтобы номинальный момент предварительно выбранного по каталогу электродвигателя был по отношению к эквивалентному моменту:**

больше не менее чем в 2 раза

меньше или равен

+ больше или равен

меньше

**При проверке электродвигателя по нагреву с помощью метода эквивалентной мощности необходимо, чтобы номинальная мощность предварительно выбранного по каталогу электродвигателя была по отношению к эквивалентной мощности:**

больше не менее чем в 2 раза

меньше или равна

меньше

+ больше или равна

**Если для кратковременного режима выбрать электродвигатель, предназначенный для работы в продолжительном режиме, но с мощностью кратковременного режима работы, то электродвигатель:**

+ недоиспользуется по тепловому режиму

быстро перегреется

не сможет преодолеть момент сопротивления при пуске

будет работать в режиме холостого хода

**При расчётах электропривода принимают, что минимальный пусковой момент двигателя, с учетом возможного снижения напряжения, больше статического момента рабочей машины при пуске в:**

1,5 раза

+ 1,25 раза

1,1 раза

2 раза

**Режим работы электродвигателя при неизменной нагрузке, продолжающийся столько времени, что превышение температуры всех частей двигателя достигает установившихся значений, называется:**

кратковременным

повторно-кратковременным

+ продолжительным

повторно-кратковременным с пусками

**Продолжительный режим работы электропривода НЕ свойственен:**

насосам

вентиляторам

зерноочистительным машинам

+ подъёмно-транспортным механизмам

**Режим работы электродвигателя, при котором рабочие периоды с неизменной номинальной нагрузкой чередуются с периодами отключения машины, при этом периоды нагрузки (рабочие периоды) недлительны, и превышение температуры не достигает установившегося значения, а периоды паузы позволяют двигателю охладиться до температуры окружающей среды, называется:**

+ кратковременным

повторно-кратковременным  
продолжительным  
повторно-кратковременным с пусками

**Промышленность выпускает электродвигатели со стандартной продолжительностью рабочего периода:**

20, 40, 70 и 100 мин  
+10, 30, 60 и 90 мин  
5, 15, 25 и 50 мин  
1, 3, 5 и 9 мин

**Режим работы электродвигателя, при котором периоды неизменной номинальной нагрузки (рабочие периоды) чередуются с периодами отключения машины (паузами), причем как рабочие периоды, так и паузы не настолько длительны, чтобы превышение температуры могло достигнуть установившихся значений, как при нагреве, так и при охлаждении, называется:**

продолжительным  
кратковременным  
+повторно-кратковременным  
повторно-кратковременным с пусками

**ГОСТом установлено, что для повторно-кратковременного режима работы электродвигателя продолжительность цикла не превышает:**

5 мин  
15 мин  
20 мин  
+10 мин

**Для повторно-кратковременного режима работы электродвигателя относительная продолжительность включения ПВ составляет:**

+15, 25, 40 и 60%  
10, 20, 50 и 90%  
1, 2, 5 и 9%  
25, 50, 75 и 100%

**Если при работе двигателя момент и мощность рабочей машины не изменяются, то двигатель выбирают с номинальной мощностью, равной мощности нагрузки рабочей машины, делённой на:**

КПД электродвигателя  
+ КПД передачи  
КПД источника электрической энергии  
коэффициент активной мощности

**Режимы работы электроприводов обозначаются буквой:**

D  
G  
+S  
W

*Выберите несколько правильных вариантов ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Выбор электрического двигателя для привода по мощности сводится к соблюдению условий:**

только нагрева

+не только нагрева, но и пуска (50%)  
 преодоления максимального механического момента  
 только пуска и преодоления максимального момента  
 +преодоления максимального момента (50%)

**Вопросы для опроса по теме:**

1. Классификация нагрузочных диаграмм и режимов работы электродвигателей по ГОСТ 183-66.
2. Определение работы электродвигателя в повторно-кратковременном номинальном режиме работы (S3).
3. Определение работы электродвигателя в кратковременном номинальном режиме работы (S2).
4. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы методом максимального нагрева.
5. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы методом средних потерь.
6. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы методом эквивалентных величин.
7. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при кратковременном режиме работы специализированного двигателя режима S2.
8. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при кратковременном режиме работы двигателя режима S1.
9. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы специализированного двигателя режима S3.
10. Расчет и выбор номинальной мощности электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы двигателя режима S1.
11. Расчет мощности электродвигателя при работе с ударной нагрузкой и определение оптимальных размеров маховика.

**Таблица 6 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.	Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы по классификации нагрузочных диаграмм и режимов работы электродвигателей, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент способен анализировать режимы работы электродвигателей, использует знание их режимов работы и характеристик, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов
ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	
ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	

## **Тема 5 Энергетика переходных процессов в электроприводе**

### **Компьютерное тестирование (ТСк)**

*Выберите один правильный вариант ответа и нажмите кнопку «Далее»*

**Как изменится допустимое число включений двигателя при увеличении потерь энергии при пуске?**

- + уменьшится
- увеличится
- останется неизменным

**При увеличении статической нагрузки на валу двигателя допустимое число включений двигателя:**

- увеличится
- останется неизменным
- + уменьшится

**Как изменяются потери мощности в роторной цепи АД с увеличением скольжения?**

- уменьшаются
- + увеличиваются
- остаются неизменными

**Как изменяются потери энергии при работе АД в двигательном режиме с увеличением момента сопротивления на валу?**

- уменьшаются
- остаются неизменными
- + увеличиваются

**При уменьшении передаточного числа редуктора приведенный к валу одного и того же двигателя момент сопротивления рабочей машины:**

- + увеличится
- уменьшится
- останется неизменным

**При увеличении передаточного числа редуктора приведенный к валу одного и того же двигателя момент инерции:**

- увеличится
- + уменьшится
- останется неизменным

**При увеличении момента сопротивления рабочей машины время пуска для одного и того же двигателя:**

- останется неизменным
- + увеличится
- уменьшится

**Как влияет на потери энергии при пуске асинхронного электродвигателя вхолостую снижение питающего напряжения?**

- + потери увеличатся
- потери уменьшатся
- потери останутся неизменными

**Потери энергии в роторной цепи АД в переходных процессах вхолостую с увеличением момента инерции:**  
уменьшаются  
+увеличиваются  
остаются неизменными

**В каком соотношении будут находиться потери энергии при пуске двухскоростного асинхронного электродвигателя до максимальной скорости в одну ступень ( $\Delta A_1$ ) и потери при пуске в две ступени ( $\Delta A_2$ ):**

- $\Delta A_1 = \Delta A_2$
- +  $\Delta A_1 > \Delta A_2$
- $\Delta A_1 < \Delta A_2$
- $\Delta A_1 = 0, \Delta A_2 > 0$

**Потери энергии при динамическом торможении АД вхолостую ( $\Delta A_{T.D.}$ ) и при торможении противовключением вхолостую ( $\Delta A_{T.P.}$ ) от  $\omega = \omega_0$  до  $\omega = 0$  находятся в соотношении:**

- $\Delta A_{T.D.} = \Delta A_{T.P.}$
- $\Delta A_{T.D.} = \Delta A_{T.P.} / 2$
- +  $\Delta A_{T.D.} = \Delta A_{T.P.} / 3$
- $\Delta A_{T.D.} = \Delta A_{T.P.} / 4$

**Как влияет на время пуска вхолостую асинхронного электродвигателя снижение питающего напряжения?**

- +время пуска увеличится
- время пуска уменьшится
- время пуска останется неизменным

**При включении дополнительного сопротивления в цепь якоря ДПТ независимого возбуждения электромеханическая постоянная времени:**

- +увеличится
- уменьшится
- останется неизменной

**Синхронные компенсаторы, использующиеся для улучшения коэффициента мощности промышленных сетей, потребляют из сети:**

- индуктивный ток
- реактивный ток
- активный ток
- +емкостный ток

#### **Вопросы для опроса по теме:**

1. Расчет потерь энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока независимого возбуждения при работе без нагрузки.
2. Расчет потерь энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока независимого возбуждения в двигательном режиме при работе с постоянной нагрузкой.
3. Расчет потерь энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока независимого возбуждения в тормозных режимах при работе с постоянной нагрузкой.

4. Расчет потерь энергии в переходных режимах асинхронных двигателей в двигательном режиме при работе без нагрузки.
5. Расчет потерь энергии в переходных режимах асинхронных двигателей в тормозных режимах при работе без нагрузки.
6. Расчет потерь энергии в переходных режимах асинхронных двигателей при работе с нагрузкой.
7. Определение передаточного числа в электроприводе.
8. Способы уменьшения потерь энергии в переходных режимах.
9. Определение допустимой частоты включений двигателей постоянного тока независимого возбуждения.
10. Определение допустимой частоты включений асинхронного электродвигателя с к.з. ротором.
11. Как изменится допустимое число включений двигателя при увеличении потерь энергии при пуске?
12. Как изменяются потери мощности в роторной цепи АД с увеличением скольжения?
13. Как изменяются потери энергии при работе АД в двигательном режиме с увеличением момента сопротивления на валу?
14. Как влияет на потери энергии при пуске асинхронного электродвигателя вхолостую снижение питающего напряжения?
15. Влияние коэффициента мощности на работу электроустановок.
16. Факторы, ведущие к понижению коэффициента мощности.
17. Способы повышения cosφ.

**Таблица 7 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
<p>ИД-1ОПК-4 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-2ОПК-4 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.</p> <p>ИД-3ОПК-4 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.</p> <p>ИД-4ОПК-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.</p> <p>ИД-5ОПК-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.</p> <p>ИД-6ОПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>	<p>Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы по расчету потерь энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока независимого возбуждения, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент способен использовать методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, применять знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, анализировать изменение потерь мощности, установившиеся режимы работы, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p>

## **2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ**

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

## **3 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине зачет.

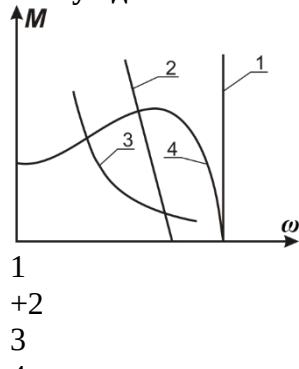
### **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

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

#### **Задания закрытого типа**

*Выберите один правильный вариант ответа*

**1. Механическая характеристика двигателя постоянного тока (ДПТ) с параллельным возбуждением имеет вид**



**2. Величина магнитного поля двигателя постоянного тока зависит от:**

тока якоря  $I_a$

ЭДС двигателя  $E$

+тока возбуждения  $I_b$

момента сопротивления  $M_c$

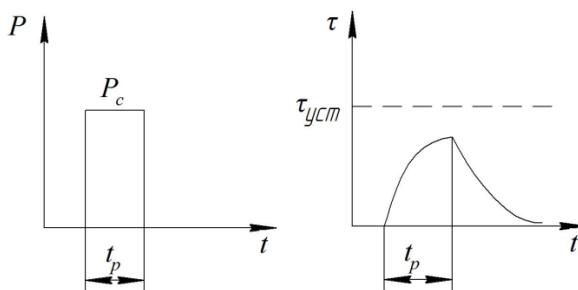
угловой скорости вращения якоря  $\omega$

**3. Потери энергии при работе АД в двигательном режиме с увеличением момента сопротивления на валу:**

уменьшаются

остаются неизменными

+увеличиваются



**4. График нагрузки двигателя:**

продолжительному  
повторно-кратковременному  
перемежающемуся  
+кратковременному

соответствует режиму работы

**Задания открытого типа**

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**5. Что такое механические характеристики рабочих машин и электродвигателей?**

*Правильный ответ:* механической характеристикой рабочей машины или двигателя называют зависимость между моментом и скоростью;  $M=f(\omega)$ .

**6. Что такое жесткость механических характеристик двигателей и рабочих машин?**

*Правильный ответ:* под жесткостью механической характеристики электродвигателя  $\beta_d$  или рабочей машины  $\beta_c$  понимают отношение приращения момента к соответствующему

$$\text{приращению угловой скорости;} \quad \beta_d = \frac{\Delta M_d}{\Delta \omega} \quad \text{и} \quad \beta_c = \frac{\Delta M_c}{\Delta \omega}.$$

**7. При каких условиях работа двигателя соответствует искусственной механической характеристике?**

*Правильный ответ:* естественной механической характеристике соответствует работа двигателя при номинальных параметрах питающего тока (напряжение, частота), отсутствии добавочных сопротивлений в цепях обмоток и нормальной схеме соединения.

**8. Как получить относительную единицу в электроприводе?**

*Правильный ответ:* для получения относительных единиц абсолютное значение какой-либо величины принято делить на аналогичную величину, принятую условно за единицу или масштаб. Обычно в качестве таковой принимаются номинальные значения соответствующих величин.

**9. Как записывается уравнение скоростной (электромеханической) характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?**

*Правильный ответ:*  $I_a = \frac{U}{r_a + R_d} - \frac{c\Phi}{r_a + R_d} \omega$ , где  $U$  – напряжение, подведенное к якорной цепи

двигателя,  $B$ ;  $I_a$  – ток, протекающий по обмотке якоря,  $A$ ;  $M$  – электромагнитный момент двигателя,  $Nm$ ;  $r_a$  – сопротивление обмотки якоря,  $Ом$ ;  $R_d$  – добавочное сопротивление в цепи обмотки якоря,  $Ом$ ;  $c$  – конструктивная постоянная обмотки якоря;  $\Phi$  – магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения,  $Вс$ ;  $\omega$  – угловая скорость двигателя,  $с^{-1}$ .

**10. Как записывается уравнение определения сопротивления якоря по паспортным данным для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением?**

**Правильный ответ:**  $r_a = 0,5 \cdot \frac{U_n}{I_n} \cdot (1 - \eta_n)$ , где  $U_n$  – номинальное напряжение, подведенное к якорной цепи двигателя, В;  $I_n$  – номинальный ток, протекающий по обмотке якоря, А;  $r_a$  – сопротивление обмотки якоря, Ом;  $\eta_n$  – к.п.д. двигателя при номинальной нагрузке.

**11. Как записывается параметрическое уравнение скоростной (электромеханической) характеристики трех фазного асинхронного двигателя?**

**Правильный ответ:**  $I'_2 = \frac{U_1 s}{\sqrt{(\eta_1 s + r'_2)^2 + x_k^2 s^2}}$ , где  $U_1$  – первичное фазное напряжение, В;

$I'_2$  – ток ротора, приведенный к обмотке статора, А;  $x_k$  – индуктивное сопротивление двигателя при коротком замыкании, Ом;  $s$  – скольжение;  $r_1$ ,  $r'_2$  – активные сопротивления обмоток соответственно статора, приведенное ротора.

**12 Как записывается параметрическое уравнение механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя?**

**Правильный ответ:**  $M = \frac{m U_1^2 r'_2 s}{\omega_o ((\eta_1 s + r'_2)^2 + x_k^2 s^2)}$ , где  $U_1$  – первичное фазное напряжение, В;  $m$  – число фаз (для трехфазного двигателя  $m$  равно трем);  $r_1$ ,  $r'_2$  – активные сопротивления обмоток соответственно статора, приведенное ротора;  $x_k$  – индуктивное сопротивление двигателя при коротком замыкании, Ом;  $s$  – скольжение;  $\omega_o$  – синхронная угловая скорость двигателя,  $c^{-1}$ .

**13. Как записывается полное уравнение Клоссе механической характеристики трехфазного асинхронного двигателя?**

$$M = \frac{2M_k(1+as_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2as_k}$$

**Правильный ответ:**  $M = \frac{2M_k(1+as_k)}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s} + 2as_k}$ , где  $M_k$  – момент критический (максимальный), Нм;  $s_k$  – скольжение критическое;  $a$  – коэффициент потерь.

**14. Как записывается выражение вращательного движения электропривода?**

**Правильный ответ:**  $M_d - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$ , где  $M_d$  – момент двигателя, Нм;  $M_c$  – момент сопротивления, Нм;  $t$  – время, сек.;  $\omega$  – угловая скорость двигателя,  $c^{-1}$ ;  $J$  – момент инерции вращающихся частей агрегата,  $kg \cdot m^2$ .

**15. Как записывается выражение для нахождения момента инерции тела при вращательном движении относительно оси, проходящей через центр тяжести?**

**Правильный ответ:**  $J = m\rho^2$ , где  $m$  – масса всего тела, кг;  $\rho$  – радиус инерции,  $kg \cdot m^2$ .

**16. Как записывается уравнение нагрева двигателя в переходном режиме при работе с постоянной нагрузкой?**

**Правильный ответ:**  $\tau = \tau_{yctm} (1 - e^{-\frac{t}{T}}) + \tau_{nac} e^{-\frac{t}{T}}$ , где  $\tau$  – превышение температуры двигателя над температурой окружающей среды,  $^{\circ}C$ ;  $\tau_{yctm}$  – установившееся превышение температуры двигателя над температурой окружающей среды,  $^{\circ}C$ ;  $\tau_{nac}$  – начальное превышение температуры двигателя над температурой окружающей среды,  $^{\circ}C$ ;  $t$  – время, сек;  $T$  – постоянная времени нагрева, сек.

**17. Как записывается выражение для нахождения значения допустимой мощности нагрузки при отклонении температуры окружающей среды от расчетной?**

*Правильный ответ:  $P_x = P_h \sqrt{1 + \frac{\Delta\tau}{\tau_h}(\alpha + 1)}$ , где  $P_x$  – фактическая мощность, Вт;  $P_h$  – номинальная мощность, Вт;  $\Delta\tau_h$  – номинальное превышение температуры двигателя над окружающей средой, °С;  $\Delta\tau$  – отклонение температуры двигателя над окружающей средой от расчетной, °С.*

номинальная мощность, Вт;  $\Delta\tau_h$  – номинальное превышение температуры двигателя над окружающей средой, °С;  $\Delta\tau$  – отклонение температуры двигателя над окружающей средой от расчетной, °С.

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки: базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «зачтено» (50-100 рейтинговых баллов).

#### **4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине зачет.

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом.

*Примечание:*

Дополнительные контрольные испытания проводятся для студентов, набравших менее **50 баллов** (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»).

**Таблица 10 – Критерии оценки сформированности компетенций**

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1опк-4 Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока. ИД-2опк-4 Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока. ИД-3опк-4 Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами. ИД-4опк-4 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.	Студент показывает знание и понимание материала, по существу отвечает на поставленные вопросы по классификации электроприводов, переходным процессам в электроприводе, естественных и искусственных скоростных и механических характеристик ДПТ, классификации нагрузочных диаграмм и режимов работы электродвигателей, расчету потерь энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока независимого возбуждения, демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств. Студент, в основном, способен использовать методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, применять знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, анализировать установившиеся режимы работы электрических машин, применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов
ИД-5опк-4 Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	
ИД-6опк-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	