

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основы электропривода**

**Москва
2021**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Савкин Д.И. |
| | Идентификатор | R6c65784c-SavkinDml-0a46003e |

(подпись)

Д.И. Савкин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Рашитов П.А. |
| | Идентификатор | R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c |

(подпись)

П.А.
Рашитов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Асташев М.Г. |
| | Идентификатор | R7a29e524-AstashevMG-0583186 |

(подпись)

М.Г.
Асташев

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и наноэлектроники и их систем

ИД-1 Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схмотехнических узлов и блоков электронных систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Механика электропривода (Контрольная работа)
2. Электропривод с асинхронным двигателем (Контрольная работа)
3. Электропривод с двигателем постоянного тока (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | |
|--|---------------------------------|------|------|------|------|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
| | Срок КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 |
| Состав, определения и функции электропривода | | | | | |
| Функциональная схема и назначение элементов электропривода | + | | | | |
| Основы механики электропривода | | | | | |
| Уравнения движения электропривода | + | | | | |
| Расчетные схемы механической части электропривода | + | | | | |
| Свойства сил и моментов, действующих в электроприводе | + | | | | |
| Установившееся и неустойчивое движение электропривода | + | | | | |
| Свойства и характеристики электропривода с двигателем постоянного тока | | | | | |

| | | | | |
|--|----|----|----|----|
| Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | | + | | |
| Способы и показатели регулирования координат электропривода | | + | | + |
| Пуск и торможение двигателя | | + | | |
| Свойства и характеристики электропривода с асинхронным двигателем | | | | |
| Механические, электромеханические и энергетические характеристики асинхронного двигателя, его энергетические режимы работы | | | + | |
| Способы и показатели регулирования координат электропривода | | | + | + |
| Тормозные режимы работы двигателя | | | + | |
| Переходные процессы в разомкнутых и замкнутых структурах электроприводов | | | | |
| Переходные процессы в разомкнутых структурах электроприводов | | | | + |
| Переходные процессы в замкнутых структурах электроприводов | | | | + |
| Энергетика электропривода и элементы проектирования | | | | |
| Потери энергии в установившихся и переходных режимах электропривода постоянного и переменного токов | | | | + |
| Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя | | | | + |
| Тепловая модель двигателя и стандартные режимы работы привода | | | | + |
| Проверка двигателей по нагреву | | | | + |
| Вес КМ: | 22 | 22 | 22 | 34 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Индекс компетенции | Индикатор | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Контрольная точка |
|--------------------|---|---|---|
| ПК-2 | ИД-1 _{ПК-2} Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схмотехнических узлов и блоков электронных систем | <p>Знать:</p> <p>Основные элементы и структуры электроприводов</p> <p>Системы управления электроприводов, их статические, регулировочные и энергетические характеристики в совокупности с элементами преобразовательной техники</p> <p>Уметь:</p> <p>Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями постоянного тока и применять полученные</p> | <p>Механика электропривода (Контрольная работа)</p> <p>Электропривод с двигателем постоянного тока (Контрольная работа)</p> <p>Электропривод с асинхронным двигателем (Контрольная работа)</p> <p>Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока (Расчетно-графическая работа)</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | <p>навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники</p> <p>Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями переменного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники</p> | |
|--|--|--|--|

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Механика электропривода

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 22

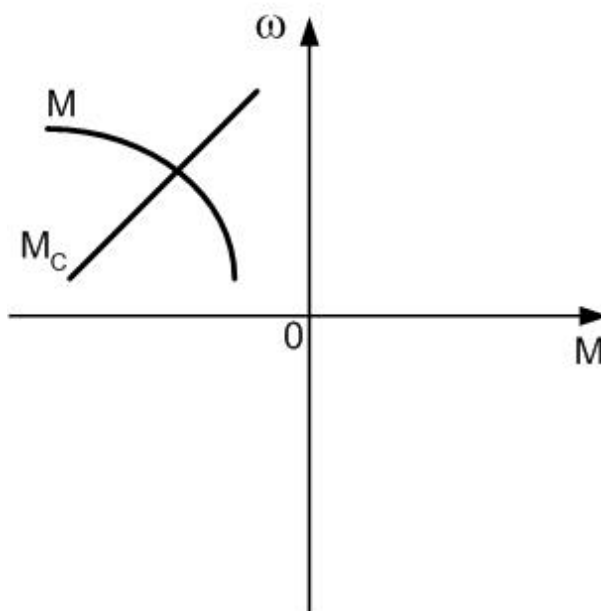
Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа из 5 задач

Краткое содержание задания:

Письменная контрольная работа из 5 задач на структуру и механику электропривода

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные элементы и структуры электроприводов

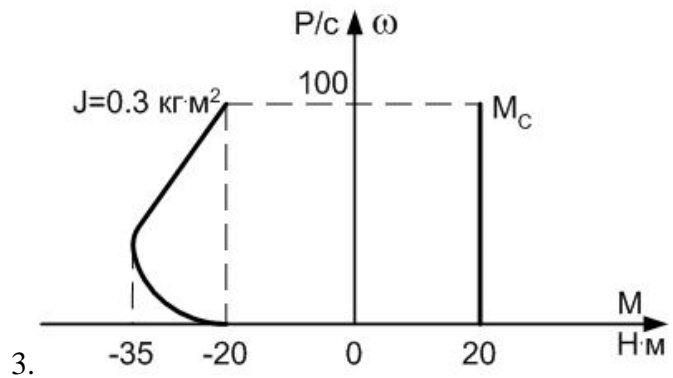


1. Устойчиво движение? Объясните почему.

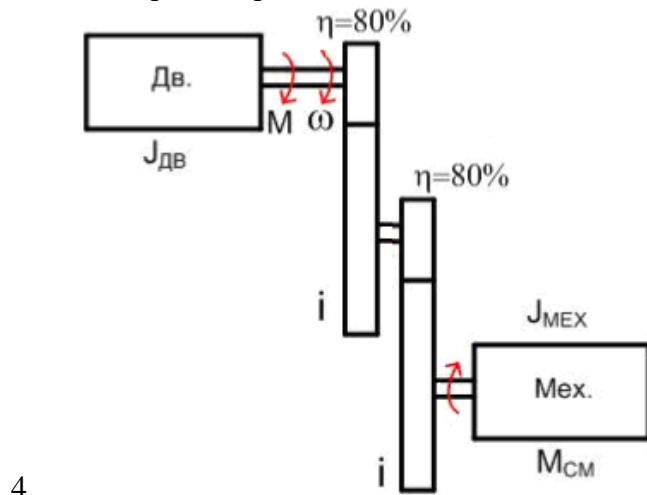
$$M_c = 8\omega$$

$$M = 100 - 10\omega$$

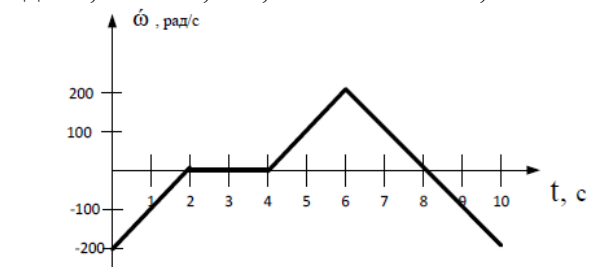
2. Найти точку установившегося движения. Решить задачу аналитическим методом. Устойчиво ли движение?



Оцените время торможения



Определите приведенный к валу двигателя момент сопротивления $M'с$ и суммарный момент инерции J_{Σ} .
 $J_{дв} = 0,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, $i = 7$, $J_{мех} = 10 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, $M_{см} = 150 \text{ Н}\cdot\text{м}$.



Для данной зависимости $\omega(t)$ при $J = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ построить:
 а) $M_{дин}(t)$
 б) $M(t)$ при $M_c = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Электропривод с двигателем постоянного тока

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 22

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа из 5 задач

Краткое содержание задания:

Письменная контрольная работа из 5 задач на тему "Электропривод с двигателем постоянного тока"

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|--|
| <p>Уметь: Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями постоянного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники</p> | <p>1. ДПТ НВ имеет номинальные данные: $P_H = 4,6 \text{ кВт}$; $U_H = 115 \text{ В}$; $I_H = 39,1 \text{ А}$; $n_H = 975 \text{ об/мин}$; $R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}$</p> <p>Рассчитать и построить электромеханическую (ЭМХ) и механическую (МХ) характеристики для данного двигателя.</p> <p>2. ДПТ НВ имеет номинальные данные: $P_H = 4,6 \text{ кВт}$; $U_H = 115 \text{ В}$; $I_H = 39,1 \text{ А}$; $n_H = 975 \text{ об/мин}$; $R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}$</p> <p>Рассчитать и построить ЭМХ и МХ при изменении магнитного потока (кФ) в 2 раза относительно номинального. Изобразить схему указанного способа регулирования.</p> <p>3. ДПТ НВ имеет номинальные данные: $P_H = 4,6 \text{ кВт}$; $U_H = 115 \text{ В}$; $I_H = 39,1 \text{ А}$; $n_H = 975 \text{ об/мин}$; $R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}$</p> <p>Рассчитать и построить ЭМХ и МХ при уменьшении величины питающего напряжения в 2 раза (сопротивление преобразователя принять 10% от сопротивления якоря машины).</p> <p>4. Рассчитать добавочный резистор в цепи якоря, ограничивающий ток в якоре до уровня $1,5I_H$ при пуске.</p> <p>5. Рассчитать добавочный резистор в цепи якоря, ограничивающий ток в якоре до уровня $1,5I_H$ при динамическом торможении без нагрузки.</p> |
|---|--|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Электропривод с асинхронным двигателем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 22

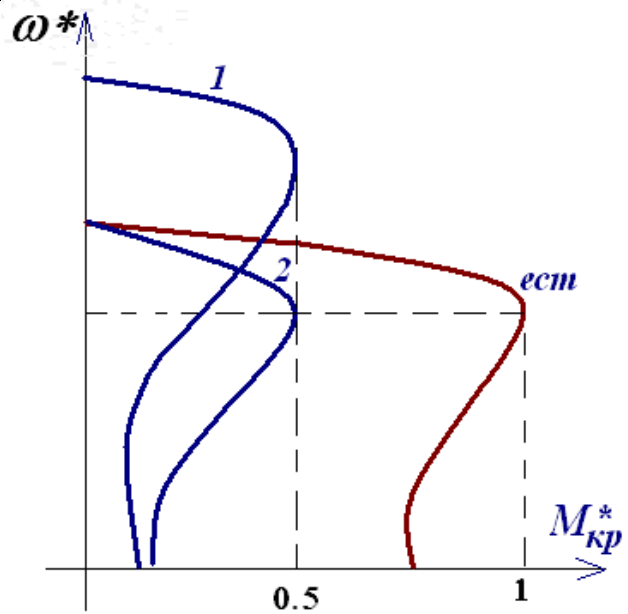
Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа из 5 задач

Краткое содержание задания:

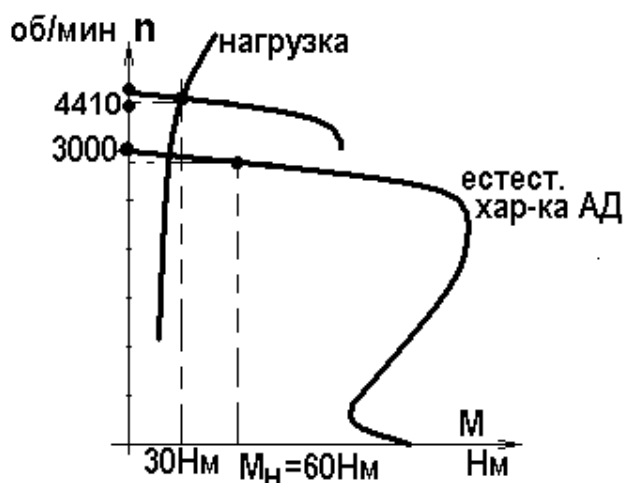
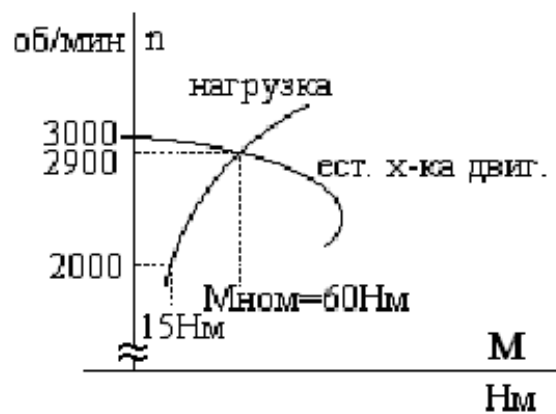
Письменная контрольная работа из 5 задач на тему “Электропривод с асинхронным двигателем ”

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|---|--|
| <p>Уметь: Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями переменного тока и применять полученные навыки при проектировании электроприводов и преобразовательной техники</p> | <p>1. Система "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" работает на частоте $0,7 \cdot f_{ном}$. Рассчитайте, во сколько раз необходимо изменить величину напряжения по сравнению с номинальным значением для того, чтобы M_k увеличился не больше чем на 10% от величины на естественной характеристике.</p> <p><small>Асинхронный двигатель имеет следующие номинальные данные: $P_n = 15 \text{ кВт}$; $n_n = 2895 \text{ об/мин}$; КПД = 0,87 ; $\cos \varphi = 0,89$; $U_n = 220/380 \text{ В}$, кратность критического момента $\lambda = 3$, $R_1/R_2' = 1$.</small></p> <p>2. Найдите:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ номинальный момент,▪ номинальное и критическое скольжения,▪ частоту вращения на холостом ходу (рад/сек),▪ номинальный ток статора при соединении обмотки в звезду,▪ номинальный ток статора при соединении обмотки в треугольник. <p>3. Определите для характеристик 1 и 2 асинхронного двигателя с к.з. ротором ($U_{1ном} = 220 \text{ В}$, $f_{1ном} = 50 \text{ Гц}$):</p> <ol style="list-style-type: none">a. способы регулирования;b. условия регулирования.c. схему реализации данного способа регулирования |
|---|--|



4. Можно ли, используя преобразователь напряжения (параметрическое регулирование), работать длительно при $n=2000$ об/мин? Объясните.



5.

Можно ли, используя ПЧ, работать длительно при $n=4410$ об/мин и $s=0,02$? Объясните.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 34

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения расчётного задания по заданному варианту

Краткое содержание задания:

Проверка выполнения расчётного задания по заданному варианту на тему “Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока”

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|--|
| Знать: Системы управления электроприводов, их статические, регулировочные и энергетические характеристики в совокупности с элементами преобразовательной техники | <ol style="list-style-type: none">1.Выбор элементов электропривода постоянного тока по заданным параметрам2.Выбор способа регулирования электропривода постоянного тока для достижения заданного режима работы3.Построение статических динамических характеристик электропривода постоянного тока при заданном режиме работы4.Выбор элементов электропривода переменного тока по заданным параметрам5.Выбор способа регулирования электропривода переменного тока для достижения заданного режима работы6.Построение статических динамических характеристик электропривода переменного тока при заданном режиме работы7.Проверка выбранных элементов электропривода по перегреву при заданной циклограмме работы |
|--|--|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Уравнение движения электропривода, виды моментов, условия статической устойчивости. Примеры.

Рассчитать и построить $w(t)$ $M(t)$ при реостатном пуске двигателя постоянного тока с независимым возбуждением ПН-85 ($U_{\text{ном}} = 220$ В, $R_{\text{ном}} = 9$ кВт, $n_{\text{ном}} = 1400$ об/мин, $I_{\text{ном}} = 48$ А, $R_{\text{я}} = 0,24$ Ом) при $M_c = 0,5$ Нм, $J_S = 0,5$ кгм². Пусковое сопротивление не шунтируется.

Процедура проведения

Устный экзамен с предварительной подготовкой по билету

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем

Вопросы, задания

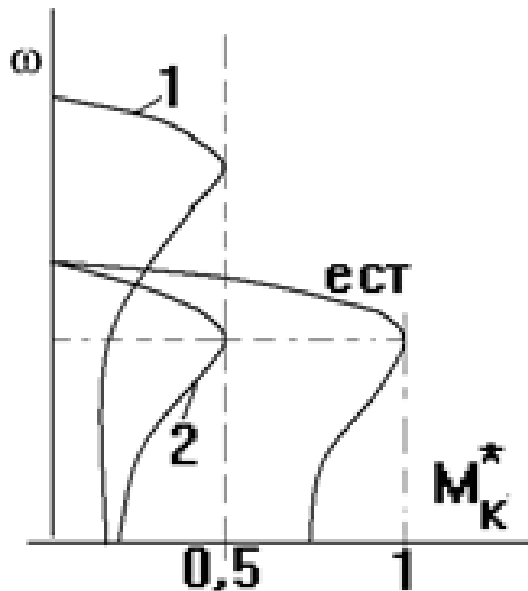
1. Уравнение движения электропривода, виды моментов, условия статической устойчивости. Примеры.
2. Основные показатели регулирования координат. Сопоставление реостатных способов регулирования координат электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения в системах *источник напряжения – двигатель* и *источник тока – двигатель*.
3. Сопоставление регулирования скорости короткозамкнутого АД в системах ПН – АД и ПЧ – АД
4. Регулирование координат ЭП с двигателем постоянного тока независимого возбуждения в системе *управляемый преобразователь - двигатель* в замкнутых структурах. Статические механические характеристики, технические реализации.
5. Обзор и сравнение способов регулирования скорости в электроприводе с АД с фазным ротором.
6. Статические преобразователи частоты по схеме «выпрямитель – фильтр – транзисторный инвертор напряжения». Широтно-импульсная модуляция напряжения фаз двигателя
7. Сравнение способов пуска АД – прямого и частотного.
8. Сравнение способов пуска ДПТ НВ – реостатного и в системе *управляемый преобразователь – двигатель*.
9. Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением ПН-85 ($U_{\text{ном}} = 220$ В, $R_{\text{ном}} = 9$ кВт, $n_{\text{ном}} = 1400$ об/мин, $I_{\text{ном}} = 48$ А, $R_{\text{я}} = 0,24$ Ом) найти значение потока, при котором искусственная характеристика пройдет через точку $w = 1,1 w_{\text{ном}}$, $M = 0,5 M_{\text{ном}}$. Построить эту характеристику и найти длительно допустимый момент при работе на ней.

10. Можно ли асинхронную машину, рассчитанную на номинальное напряжение и частоту использовать при $U = 0,5U_{ном}$, $f = f_{ном}$; $U = U_{ном}$, $f = 0,5f_{ном}$; $U = U_{ном}$, $f = 1,5f_{ном}$; $U = 0,5U_{ном}$, $f = 0,5f_{ном}$.

Объясните, какой случай и почему категорически недопустим.

11. Для двигателя постоянного тока с независимым возбуждением ПН-85 ($U_{ном} = 220$ В, $R_{ном} = 9$ кВт, $n_{ном} = 1400$ об/мин, $I_{ном} = 48$ А, $R_{я} = 0,24$ Ом) построить естественную механическую характеристику и найти $M_{потерь}$ в двигателе.

12. Определите условия регулирования, допустимые нагрузки для характеристик 1 и 2 и предложите схемы регулирования.



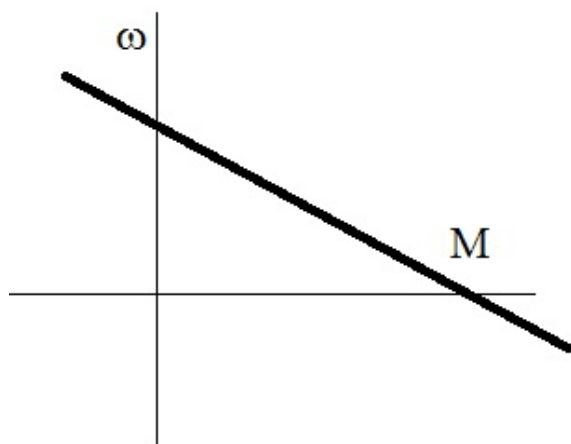
Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дайте определение понятия “Электрический привод”

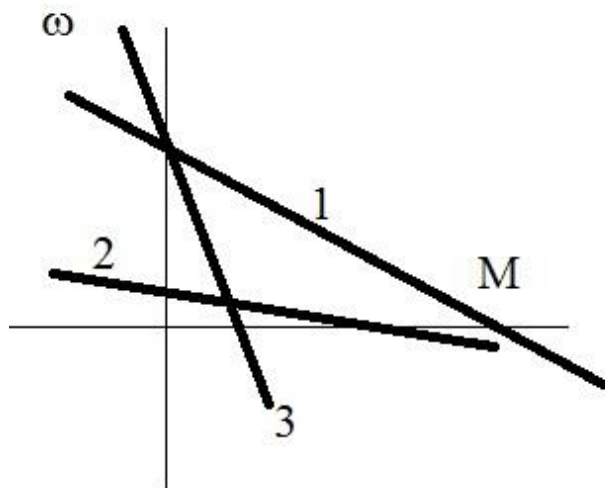
Верный ответ: Электрический привод - это управляемая электрохимическая система, предназначенная для преобразования электрическую энергию в механическую и обратно и управления этим процессом

2. Изобразите механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Ответы:



3. Какая из представленных на рисунке механических характеристик ДПТ НВ соответствует наибольшему сопротивлению якорной цепи?



Ответы:

- а) Характеристика 1
- б) Характеристика 2
- в) Характеристика 3

Верный ответ: б) Характеристика 3

4. В каком режиме работает электрическая машина на участке механической характеристики, расположенной во втором квадранте?

Ответы:

- а) в двигательном
- б) в режиме к.з.
- в) в режиме динамического торможения
- г) в режиме рекуперативного торможения (генераторный режим)

Верный ответ: г) в режиме рекуперативного торможения

5. Какой пуск АД сопровождается наименьшими потерями?

Ответы:

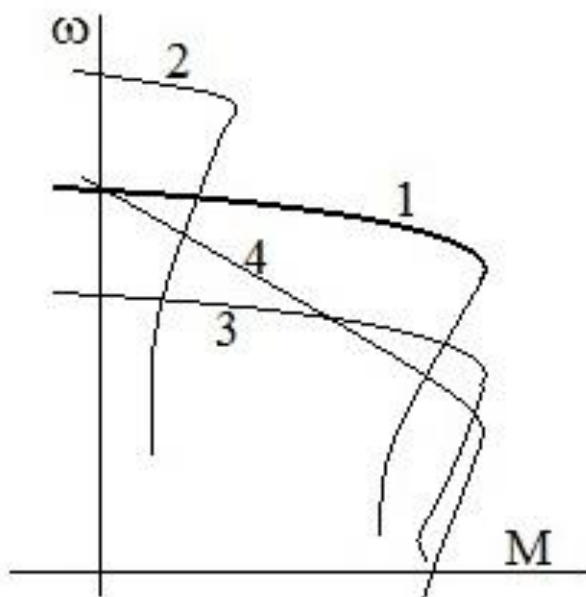
- а) прямой от сети
- б) частотный
- в) реостатный

Верный ответ: б) частотный

6. Что такое коэффициент полезного действия

Верный ответ: Отношение полезной мощности/энергии к потребляемой мощности/энергии

7. На какой из приведенных механических характеристиках АД допустимая нагрузка наименьшая



Ответы:

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

Верный ответ: б) 2

8. Перечислите способы торможения ДПТ НВ

Верный ответ: Динамическое торможение Торможение противовключением.

9. Напишите уравнение движения электропривода

Верный ответ: $M_{дв} + M_c = J \frac{d\omega}{dt}$

10. Перечислите способы регулирования скорости ДПТ НВ

Верный ответ: Реостатный Ослабление магнитного потока Снижение напряжения

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.