

**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 неустановившееся 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 <sub>ПК-2</sub> Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем	Знать: Основные элементы и структуры электроприводов Системы управления электроприводов, их статические, регулировочные и энергетические характеристики в совокупности с элементами преобразовательной техники Уметь: Определять и рассчитывать электромеханические, регулировочные и энергетические характеристики электропривода совместно с преобразователями постоянного тока и применять полученные	Механика электропривода (Контрольная работа) Электропривод с двигателем постоянного тока (Контрольная работа) Электропривод с асинхронным двигателем (Контрольная работа) Выбор и расчёт электроприводов постоянного и переменного тока (Расчетно-графическая работа)

		<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

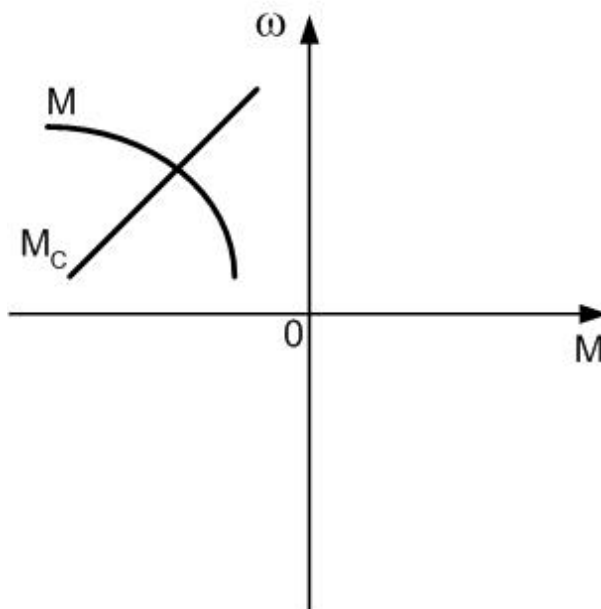
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа из 5 задач

#### Краткое содержание задания:

Письменная контрольная работа из 5 задач на структуру и механику электропривода

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные элементы и структуры электроприводов

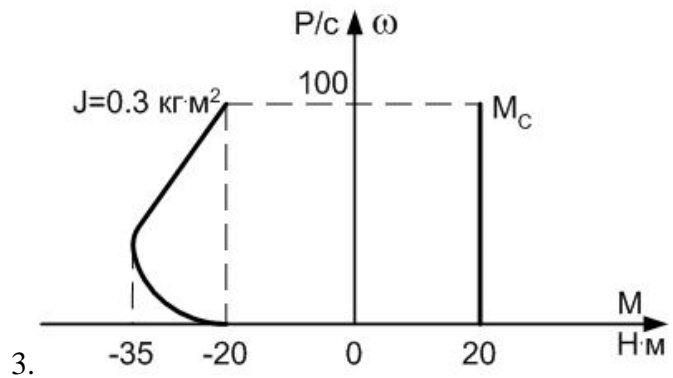


1. Устойчиво движение? Объясните почему.

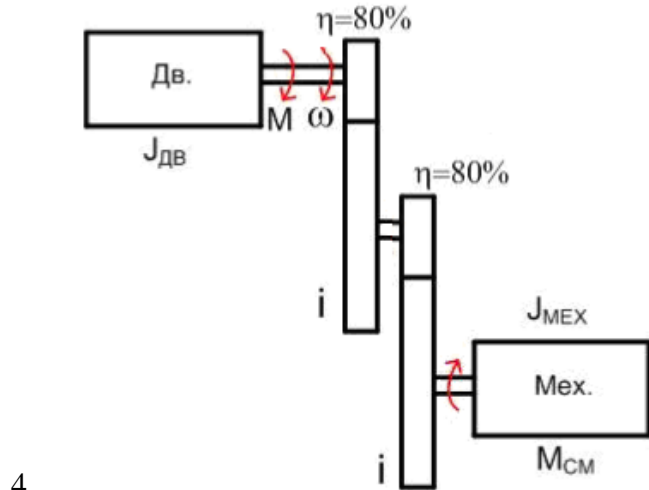
$$M_c = 8\omega$$

$$M = 100 - 10\omega$$

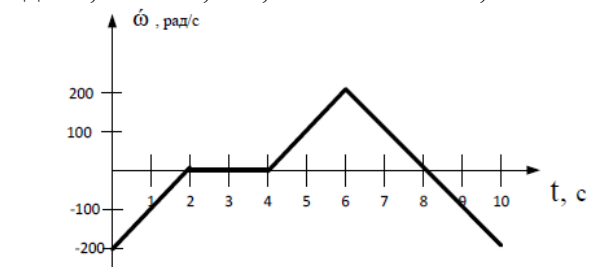
2. Найти точку установившегося движения. Решить задачу аналитическим методом. Устойчиво ли движение?



Оцените время торможения



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



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: <math>P_H = 4,6 \text{ кВт}</math>; <math>U_H = 115 \text{ В}</math>; <math>I_H = 39,1 \text{ А}</math>; <math>n_H = 975 \text{ об/мин}</math>; <math>R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}</math></p> <p>Рассчитать и построить электромеханическую (ЭМХ) и механическую (МХ) характеристики для данного двигателя.</p> <p>2. ДПТ НВ имеет номинальные данные: <math>P_H = 4,6 \text{ кВт}</math>; <math>U_H = 115 \text{ В}</math>; <math>I_H = 39,1 \text{ А}</math>; <math>n_H = 975 \text{ об/мин}</math>; <math>R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}</math></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: <math>P_H = 4,6 \text{ кВт}</math>; <math>U_H = 115 \text{ В}</math>; <math>I_H = 39,1 \text{ А}</math>; <math>n_H = 975 \text{ об/мин}</math>; <math>R_\Sigma = 0,07 \text{ Ом}</math></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 <math>1,5I_H</math> при пуске.</p> <p>5. Рассчитать добавочный резистор в цепи якоря, ограничивающий ток в якоре до уровня <math>1,5I_H</math> 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

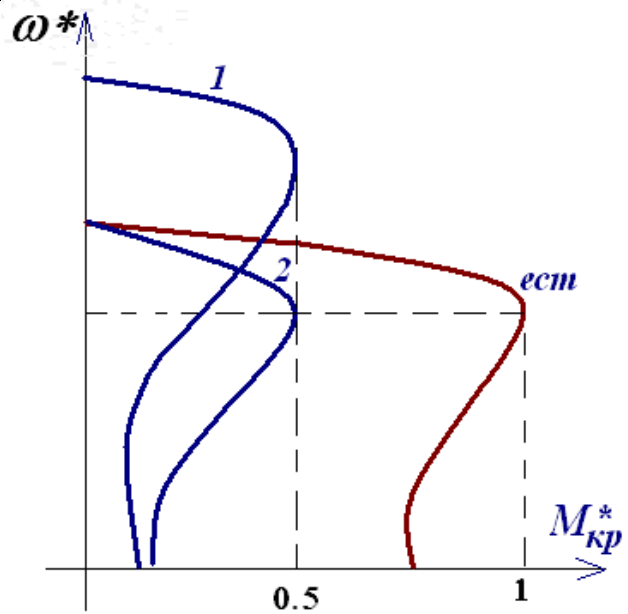
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменная контрольная работа из 5 задач

**Краткое содержание задания:**

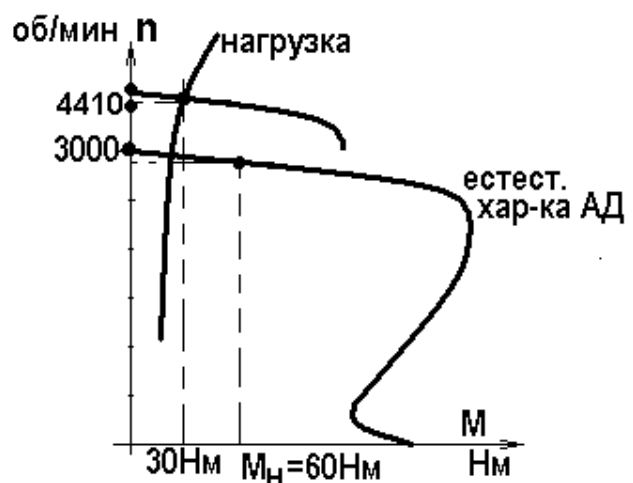
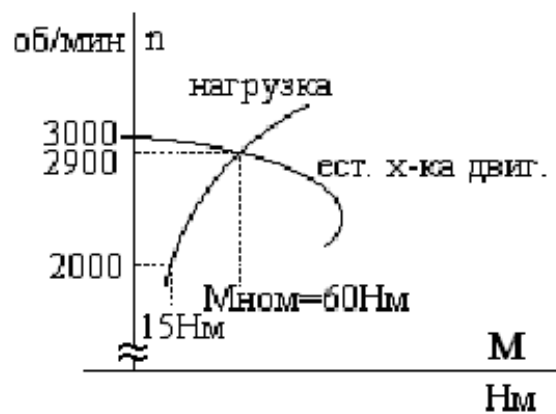
Письменная контрольная работа из 5 задач на тему “Электропривод с асинхронным двигателем ”

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



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"><li>1.Выбор элементов электропривода постоянного тока по заданным параметрам</li><li>2.Выбор способа регулирования электропривода постоянного тока для достижения заданного режима работы</li><li>3.Построение статических динамических характеристик электропривода постоянного тока при заданном режиме работы</li><li>4.Выбор элементов электропривода переменного тока по заданным параметрам</li><li>5.Выбор способа регулирования электропривода переменного тока для достижения заданного режима работы</li><li>6.Построение статических динамических характеристик электропривода переменного тока при заданном режиме работы</li><li>7.Проверка выбранных элементов электропривода по перегреву при заданной циклограмме работы</li></ol>
--	--

#### **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,  $J_S = 0,5$  кгм<sup>2</sup>. 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<sub>ПК-2</sub> Знает принципы функционирования, характеристики, методы исследований и испытаний базовых схемотехнических узлов и блоков электронных систем

**Вопросы, задания**

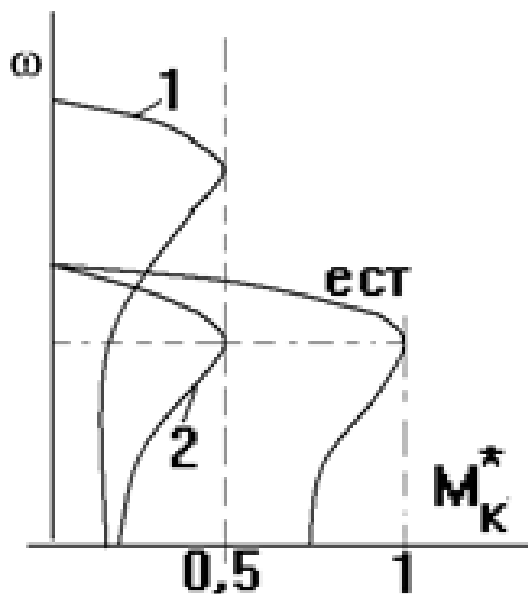
1. Уравнение движения электропривода, виды моментов, условия статической устойчивости. Примеры.
2. Основные показатели регулирования координат. Сопоставление реостатных способов регулирования координат электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения в системах *источник напряжения – 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.



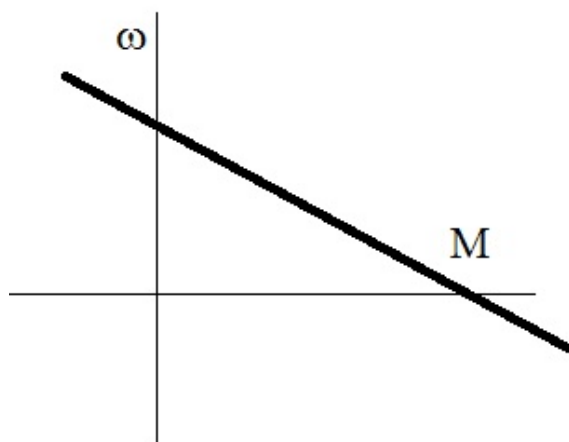
### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дайте определение понятия “Электрический привод”

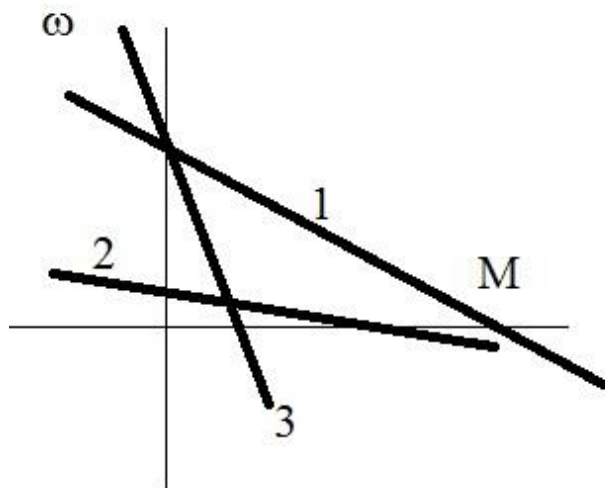
Верный ответ: Электрический привод - это управляемая электрохимическая система, предназначенная для преобразования электрическую энергию в механическую и обратно и управления этим процессом

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

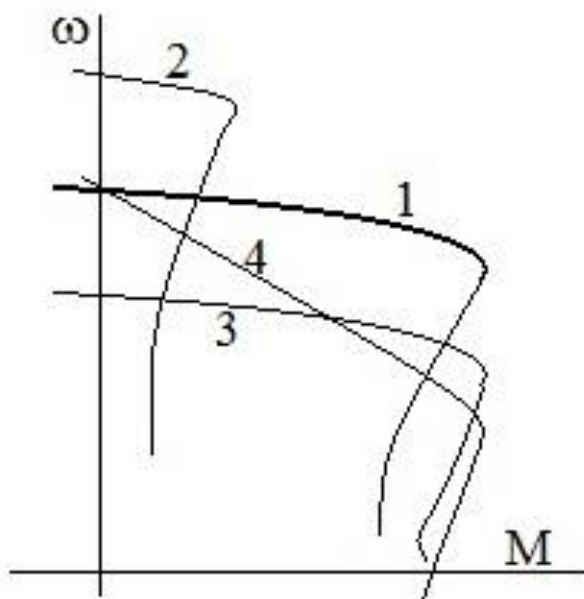
Верный ответ: б) частотный

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.