

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Наименование образовательной программы: Электрооборудование летательных аппаратов  
Уровень образования: высшее образование - бакалавриат  
Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электрический привод**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Прудникова Ю.И.
	Идентификатор	R0f43e2a2-PrudnikovaYI-cf93cd11

(подпись)

Ю.И.

Прудникова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(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-4 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

ИД-3 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Динамические режимы и энергетика электропривода (Контрольная работа)
2. Механика электропривода. Регулирование координат электропривода постоянного тока (Контрольная работа)
3. Регулирование координат электропривода с асинхронными двигателями (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Коллоквиум по расчетным заданиям (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум по итогам выполнения лабораторных работ (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	5	9	15	15	15
Основы механики						
Основы механики		+			+	
Электроприводы с двигателями постоянного тока						
Электроприводы с двигателями постоянного тока		+			+	+
Электроприводы с двигателями переменного тока						

Электроприводы с асинхронными двигателями		+		+	+
Электроприводы с синхронными двигателями		+			
Электрические преобразователи в ЭП					
Электрические преобразователи в ЭП		+			+
Динамические режимы электропривода					
Динамические режимы электропривода			+		+
Энергетика электропривода					
Энергетика электропривода			+		
Элементы проектирования электропривода.					
Элементы проектирования электропривода.				+	
Вес КМ:	15	10	15	30	30

\$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-4	ИД-3ПК-4 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач	Знать: назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов переменного тока математическое описание, схемы включения, основные параметры и способы регулирования координат электроприводов постоянного тока динамические и энергетические показатели регулирования электроприводов постоянного и переменного тока Уметь: эксплуатировать и проводить натурные исследования систем электропривода, оформлять результаты	Механика электропривода. Регулирование координат электропривода постоянного тока (Контрольная работа) Регулирование координат электропривода с асинхронными двигателями (Контрольная работа) Динамические режимы и энергетика электропривода (Контрольная работа) Коллоквиум по расчетным заданиям (Коллоквиум) Коллоквиум по итогам выполнения лабораторных работ (Коллоквиум)

		расчетов и исследований выполнять расчеты характеристик электропривода, выбирать его основные элементы	
--	--	--	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Механика электропривода. Регулирование координат электропривода постоянного тока

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 1 час 30 мин. Работы выполняются индивидуально на основе выданного задания, состоящего из нескольких задач

#### Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку результатов освоения основ механики ЭП и работы ЭП с двигателя постоянного тока, и основана на решении задач по основам механики (приведение моментов и моментов инерции, определение устойчивости установившегося состояния ЭП), а также по расчету

- естественных электромеханических и механических характеристик двигателей постоянного тока независимого и последовательного возбуждения
- искусственных электромеханических и механических характеристик двигателей постоянного тока при реостатном способе регулирования скорости, при изменении напряжения и ослаблении поля статора.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: математическое описание, схемы включения, основные параметры и способы регулирования координат электроприводов постоянного тока

1. Что такое приведение сил и моментов? Каковы условия приведения?

2. Что такое устойчивость движения и как его можно определить по характеристикам: Обосновать ответы



3. Способы регулирования координат ЭД: виды, параметры и основные схемы

4. Что такое номинальные данные электродвигателя. Приведите примеры для двигателя постоянного тока независимого возбуждения и укажите, решение каких задач возможно с их использованием

5. Приведите простейшую модель одномассовой системы ЭП и ее математическое описание

6. Что такое механическая характеристика? Как выглядят характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения и последовательного возбуждения?

7. Какие задачи можно решать, зная механическую и электромеханические характеристики электродвигателей постоянного тока?

**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. Регулирование координат электропривода с асинхронными двигателями**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 1 час 30 мин. Работы выполняются индивидуально на основе выданного задания, состоящего из нескольких задач

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа ориентирована на проверку результатов освоения характеристик ЭП с двигателя переменного тока, и основана на решении задач по расчету

- естественных электромеханических и механических характеристик асинхронных двигателей
- искусственных электромеханических и механических характеристик асинхронных двигателей при известных способах регулирования
- расчету допустимых нагрузок ЭП
- определения условия регулирования

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов переменного тока</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. На чем основан принцип действия двигателей переменного тока</li> <li>2. Какие данные берутся в основу построения электромеханической и механической характеристик двигателей переменного тока</li> <li>3. Какие способы регулирования координат применимы к ЭП переменного тока</li> <li>4. В чем заключается закон частотного регулирования ЭП переменного тока</li> <li>5. Можно ли по механической характеристике АД определить вид и условия регулирования</li> <li>6. Что такое допустимая нагрузка при продолжительном режиме работы и чем она определяется</li> <li>7. Каковы достоинства частотного регулирования АД и СД</li> <li>8. Каковы достоинства и недостатки параметрического регулирования АД</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*

**КМ-3. Динамические режимы и энергетика электропривода**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 1 час 30 мин. Работы выполняются индивидуально на основе выданного задания, состоящего из нескольких задач

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа ориентирована на проверку результатов изучения переходных процессов ЭП с двигателями постоянного и переменного тока, энергоэффективности ЭП и основана на решении задач по :

- определению параметров переходных процессов
- расчету потерь ЭП при различных режима работы
- определения коэффициента полезного действия
- асинхронных двигателей при известных способах регулирования

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: динамические и энергетические показатели регулирования электроприводов постоянного и переменного тока	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Что такое переходный процесс в ЭП</li><li>2.Перечислите основные виды переходных процессов исходя из их условий</li><li>3.Назовите основные показатели энергетической эффективности ЭП</li><li>4.Перечислите, из чего складываются суммарные потери мощности в ЭД</li><li>5.Перечислите основных параметры переходных процессов</li><li>6.Назовите основные пути снижения потерь в ЭП</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*

#### **КМ-4. Коллоквиум по расчетным заданиям**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий после сдачи трех типовых заданий, выполненных по вариантам, в строгом соответствии с календарным планом после проверки заданий преподавателем. Сначала оценивается каждое задание. Оценка по коллоквиуму выставляется как средняя оценка по итогам выполнения всех заданий

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие ориентировано на проверку результатов знаний характеристик ЭП постоянного тока характеристик ЭП переменного тока динамики и энергетики ЭП

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: выполнять расчеты характеристик электропривода, выбирать его основные элементы	1. Рассчитать и построить естественные и искусственные характеристики двигателя постоянного тока в установившемся режиме по заданным критериям 2. Рассчитать и построить естественные и искусственные характеристики асинхронного двигателя в установившемся режиме по заданным критериям 3. Рассчитать и построить характеристик переходных процессов асинхронного двигателя и двигателя постоянного тока независимого возбуждения по заданным критериям 4. Определить энергетические показатели ЭП в установившемся и динамическом режиме при заданных условиях 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

### КМ-5. Коллоквиум по итогам выполнения лабораторных работ

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проводится в период аудиторных занятий после выполнения 6 лабораторных работ, выполненных по определенным заданиям после проверки степени подготовки, в строгом соответствии с календарным планом после проверки заданий преподавателем. Фиксируются основные результаты и параметры. Проводится устный опрос по результатам выполненного задания. Оценка по коллоквиуму выставляется как средняя оценка по итогам выполнения всех заданий

#### Краткое содержание задания:

В рамках лабораторных работ необходимо выполнить конкретные практические задания по построению характеристик ЭП при различных режимах его работы с использованием учебного электрооборудования в лаборатории.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: эксплуатировать и проводить натурные исследования систем электропривода, оформлять результаты расчетов и исследований	1.Собрать схему ЭП постоянного тока при питании от источника напряжения 2.Собрать схему ЭП переменного тока при питании от сети переменного тока 3.Собрать схему частотного пуска АД 4.Провести сравнение опытных характеристик с расчетными характеристиками, построенными по паспортным данным ЭД, используемых при проведении опытов.
--	---

#### 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

1. Определение ЭП. Структура ЭП. Уравнение движения электропривода, виды моментов, условия статической устойчивости. Примеры.
2. Асинхронный двигатель с к.з. ротором RA132 SB2 (380 В) имеет следующие каталожные данные:  
Рном = 7,5 кВт, пном = 2895 об/мин; I1ном = 15 А, R1/R2' = 1,1; КПДном = 87%; cosφ ном = 0,89; I1/I1ном = 7,0; Мп/М ном = 2,5; Мкр/Мном = 3,2; Jдв = 0,015 кгм<sup>2</sup>.  
Определить темп задания ПЧ при частотном пуске АД вхолостую за минимальное время, если J эп = 10 Jдв .

### Процедура проведения

Экзамен проводится в период экзаменационной сессии по установленному дирекцией института графику. Проверка знаний осуществляется в виде устных ответов на вопросы экзаменационного билета, полученного студентом в случайном порядке. Время на подготовку не более 1 часа. Время на ответы - 30-40 минут.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-4 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

### Вопросы, задания

#### 1. Основные темы и понятия курса

##### Электропривод – общие вопросы:

Определение. Структура.

Состав.

Применение в современных технологиях

##### Основы механики ЭП:

Базовая модель.

Уравнения движения.

Механические характеристики.

Установившийся режим (статика).

Устойчивость.

Приведение моментом сил и моментов инерции.

Регулирование координат электропривода – основные показатели.

##### Электроприводы постоянного тока:

Принцип действия. Типы.

Основные уравнения.

Номинальный режим. Допустимые значения координат.

Характеристики.

Энергетические режимы.

Регулирование координат в разомкнутых системах. Допустимые нагрузки.

Регулирование координат в замкнутых структурах. Технические реализации.

Применения.

### **Асинхронный электропривод:**

Принцип действия. Типы. Уравнения. Процессы при  $M_c=0$  и под нагрузкой.

Механические и электромеханические характеристики. Энергетические режимы.

Двигатели с к.з. ротором - регулирование координат. Допустимые нагрузки.

Двигатели с фазным ротором, регулирование координат. Допустимая нагрузка.

Каскадные схемы.

### **Синхронный электропривод.**

Принцип действия. Типы. Основные уравнения и характеристики.

Вентильно-индукторный привод. Конструкция, принцип действия, характеристики.

Применение электроприводов переменного тока.

### **Электрические преобразователи в ЭП.**

Современные управляемые выпрямители, преобразователи напряжения, преобразователи частоты, принципы построения.

Статические преобразователи частоты по схеме «выпрямитель – фильтр – транзисторный инвертор напряжения». Широтно-импульсная модуляция напряжения фаз двигателя.

### **Динамические режимы**

Переходный процесс, причины возникновения. Типы задач.

Переходные процессы ЭП при  $L=0$  и «быстром» изменении воздействующего фактора.

Примеры.

Переходные процессы ЭП при  $L=0$  и «медленном» изменении воздействующего фактора.

Примеры.

Переходные процессы ЭП при  $L \neq 0$ .

Анализ динамики сложных систем (обзор). Метод подчиненного регулирования с последовательной коррекцией

### **Энергетика ЭП.**

Потери в установившихся режимах. Определение КПД.

Потери в динамических режимах.

Энергосбережение средствами электропривода.

### **Элементы проектирования ЭП.**

Принципы выбора двигателя, преобразователя, механической передачи.

Нагрузочные диаграммы.

Порядок действий при выборе двигателя по мощности.

Тепловая модель двигателя.

Режимы работы электродвигателей (с точки зрения длительности воздействия нагрузки).

Проверка двигателя по нагреву – прямой метод.

Косвенные методы проверки двигателя по нагреву: средних потерь, эквивалентных величин.

Особенности проверки двигателей в повторно-кратковременных режимах, в т.ч. в режиме частых пусков

### **Примеры формулировок вопросов в билетах:**

2. Дайте определение понятия “электрический привод”. Изобразите его структуру и опишите ее

3. Изобразите базовую модель ЭП и приведите его математическую модель.

Укажите параметры уравнения движения ЭП.

4. Что такое механические характеристики ЭП?

Какую информацию можно получить по их виду и расположению?

5. Какой режим работы называется установившимся? динамическим?

Что такое устойчивость установившегося движения и как ее можно оценить?

6. Что такое регулирование координат ЭП и каковы параметры регулирования?
7. Электроприводы постоянного тока: Расскажите о принципе его действия и типах. Представьте основные уравнения, описывающие его характеристики.
8. Перечислите типы и параметры регулирования координат в разомкнутых системах и обозначьте допустимые нагрузки
9. Перечислите виды регулирования координат в замкнутых структурах, их технические реализации и применения
10. Перечислите, какие электрические преобразователи применяются в системах ЭП, и поясните их принцип действия

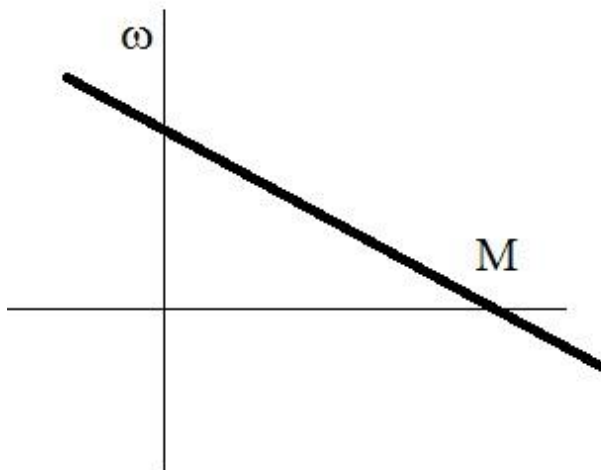
### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дайте определение понятия “Электрический привод”

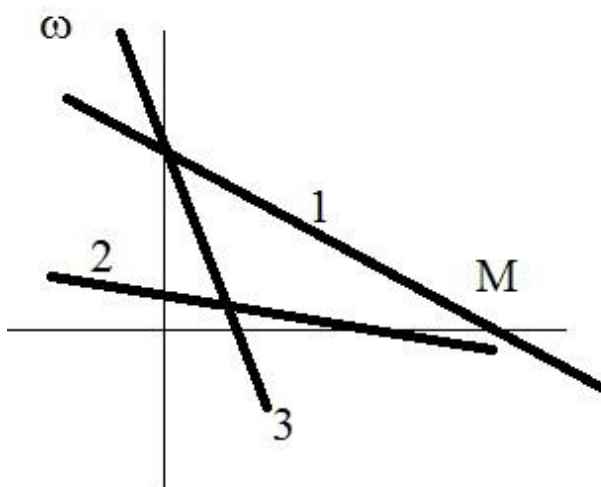
Верный ответ: Электрический привод - это управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрическую энергию в механическую и обратно и управления этим процессом

2. Изобразите механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Ответы:



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



Ответы:

- а) Характеристика 1

б) Характеристика 2

в) Характеристика 3

Верный ответ: б)

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

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)

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)

8. Каскадные схемы а ЭП с асинхронными двигателями применяются для:

Ответы:

1) снижения шума ЭП

2) регулирования скорости

3) увеличения допустимой нагрузки рабочей машины

Верный ответ: 2)

9. Увеличение скольжения АД влияет на:

Ответы:

- а) ни на что не влияет
- б) снижение потерь
- в) рост потерь

Верный ответ: в)

10. Напишите уравнение движения электропривода

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

## **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**