

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Замкнутые электромеханические системы**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савкин Д.И.
	Идентификатор	Rec65784c-SavkinDml-0a46003e

Д.И. Савкин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

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

П.А.  
Рашитов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

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

М.Г.  
Асташев

## 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. ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы

ИД-1 Знает методы синтеза и исследования моделей

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" (Расчетно-графическая работа)

2. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)

3. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение параметров модели двигателя постоянного тока (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	2	6	10	14
Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"					
Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы	+				
Показатели регулирования разомкнутой системы	+				
Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей систем "Преобразователь - двигатель постоянного тока"	+				
Общие принципы функционального и структурного построения замкнутых электромеханических систем			+		
Системы подчиненного регулирования координат электромеханической системы ТП-Д			+		
Структурные схемы и выбор параметров регуляторов в системах подчиненного регулирования			+		

Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода постоянного тока в замкнутой системе		+		
Электромеханические и энергетические свойства разомкнутой и замкнутой систем "Преобразователь частоты - асинхронный двигатель"				
Статические, регулировочные, энергетические и динамические характеристики разомкнутой системы ПЧ-АД			+	
Показатели регулирования разомкнутой системы ПЧ-АД			+	
Энергетические режимы и особенности работы электрических преобразователей в промышленных системах ПЧ-АД			+	
Скалярное и векторное управления АД в системах ПЧ-АД			+	
Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-АД			+	
Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-АД.			+	
Электромеханические и энергетические свойства и характеристики замкнутой системы ПЧ-СД				
Функциональные и структурные схемы систем ПЧ-СД				+
Выбор параметров регуляторов при подчиненном регулировании координат в системах ПЧ-СД				+
Механические, регулировочные, динамические и энергетические характеристики электропривода в замкнутой системе ПЧ-СД				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$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
ОПК-2	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей	Знать: Основные модели электромеханических и электрических преобразователей энергии Принципы построения современных цифровых систем управления Уметь: Производить моделирование процессов в разработанных структурах электроприводов Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально) и синтезировать пригодную для управления математическую модель	Определение параметров модели двигателя постоянного тока (Контрольная работа) Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" (Расчетно-графическая работа) Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа) Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель" (Расчетно-графическая работа)

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

### КМ-1. Определение параметров модели двигателя постоянного тока

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа, состоящая из 5 задач.

#### Краткое содержание задания:

Контрольная работа, состоящая из 5 задач по определению параметров модели двигателя постоянного тока и построению характеристик

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально) и синтезировать пригодную для управления математическую модель</p>	<p>ДПТ НВ имеет номинальные данные:</p> <p>1. <math>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}</math> Рассчитать и построить электромеханическую (ЭМХ) и механическую (МХ) характеристики для данного двигателя.</p> <p>ДПТ НВ имеет номинальные данные:</p> <p>2. <math>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}</math> Рассчитать и построить ЭМХ и МХ при изменении магнитного потока (кФ) в 2 раза относительно номинального. Изобразить схему указанного способа регулирования.</p> <p>ДПТ НВ имеет номинальные данные:</p> <p>3. <math>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}</math> 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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## **КМ-2. Расчет и моделирование системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетная работа, выполняемая по заданию в течение 2-х недель.

### **Краткое содержание задания:**

РГР по расчёту модели системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока"

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные модели электромеханических и электрических преобразователей энергии	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Для заданного двигателя постоянного тока собрать и проверить модель разомкнутой системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока"</li><li>2.Расчитать параметры регуляторов для системы подчиненного регулирования с настройкой на заданный оптимум.</li><li>3.Собрать и проверить модель замкнутой системы "преобразователь напряжения - двигатель постоянного тока" с двухконтурным подчиненным регулированием</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

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-3. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетная работа, выполняемая по заданию в течение 2-х недель.

**Краткое содержание задания:**

РГР по расчёту модели системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель"

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Принципы построения современных цифровых систем управления	1. Для заданного асинхронного двигателя собрать и проверить модель разомкнутой системы "преобразователь частоты - асинхронный двигатель" 2. Собрать и проверить модель скалярной системы управления для заданного асинхронного двигателя 3. Собрать и проверить модель векторной системы управления для заданного асинхронного двигателя
---	--

**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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-4. Расчет и моделирование системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель"**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетная работа, выполняемая по заданию в течение 2-х недель.

**Краткое содержание задания:**

РГР по расчёту модели системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель"

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: моделирование разработанных электроприводов	Производить процессов в структурах	1.Для заданного синхронного двигателя собрать модель разомкнутой системы "преобразователь частоты - синхронный двигатель", предложить варианты пуска двигателя 2.Собрать и проверить модель векторной системы управления для заданного синхронного двигателя
---	--	---

**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*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Процедура проведения

Зачёт по совокупности контрольных мероприятий

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей

#### **Вопросы, задания**

- 1.Контур регулирования тока в системе “преобразователь - двигатель “. Методика настройки контура регулирования
- 2.Контур регулирования скорости в системе “ преобразователь - двигатель “. Методика настройки контура регулирования.
- 3.Общие принципы функционального и структурного построения замкнутых систем электропривода. Система подчиненного регулирования координат электропривода.
- 4.Регулировочные и механические характеристики асинхронного двигателя при его питании от преобразователя частоты
- 5.Система векторного управления асинхронным двигателем.
- 6.Система векторного управления синхронным двигателем.
- 7.Регулировочные и механические характеристики двигателя постоянного тока при его питании от преобразователя напряжения
- 8.Электромеханические свойства асинхронного двигателя (АД). Математическая модель АД.
- 9.Электромеханические свойства Двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ). Математическая модель ДПТ НВ.
- 10.Электромеханические свойства синхронного двигателя с постоянными магнитами (СД ПМ). Математическая модель СД ПМ.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Чему равно перерегулирование при настройке контура управления на технический оптимум

Ответы:

4%

5%

4,3%

3,4%

Верный ответ: 4,3%

2.В двухконтурной системе подчиненного регулирования двигателя постоянного тока выход регулятора скорости является заданием на:

Ответы:

Напряжение

Положение

Момент

Скорость

Верный ответ: Момент

3. Запишите желаемую передаточную функцию разомкнутого контура для настройки на технический оптимум

Ответы:

$$W_{\text{Жраз}}(p) = \frac{1}{aT_{\mu} p (T_{\mu} p + 1)}$$

4. Выберите оптимум с наибольшим перерегулированием

Ответы:

Технический

Симметричный

Верный ответ: Симметричный

5. Отрицательная обратная связь по скорости в системе управления ДПТ НВ в общем случае ...

Ответы:

... Увеличивает жесткость механической характеристики

... Уменьшает жесткость механической характеристики

... Не влияет на жесткость механической характеристики

Верный ответ: Увеличивает жесткость механической характеристики

6. Отрицательная обратная связь по току (моменту) в системе управления ДПТ НВ в общем случае ...

Ответы:

... Увеличивает жесткость механической характеристики

... Уменьшает жесткость механической характеристики

... Не влияет на жесткость механической характеристики

Верный ответ: Уменьшает жесткость механической характеристики

7. Можно ли использовать частотный способ регулирования скорости асинхронного двигателя в случае необходимости увеличения скорости выше номинальной

Ответы:

да, без ограничений

нет

да, со снижением допустимого момента

Верный ответ: да, со снижением допустимого момента

8. В системе подчиненного регулирования, каждый новый внешний контур...

Ответы:

... увеличивает минимальную постоянную времени

... уменьшает минимальную постоянную времени

... не влияет на минимальную постоянную времени

Верный ответ: ... увеличивает минимальную постоянную времени

9. Без какого из этих датчиков нельзя реализовать вентильный режим работы синхронного двигателя

Ответы:

Датчик фазного напряжения

Датчик положение ротора

Датчик температуры обмоток статора

Датчик тока фазы статора

Верный ответ: Датчик положение ротора

10. Можно ли реализовать векторную систему управления асинхронным двигателем без применения датчика скорости (положения) ротора

Ответы:

Можно, для реализации векторной системы управления информация о скорости и положении ротора не используется

Можно, с использованием наблюдателя на основе косвенных методов измерения скорости (положения)

Нельзя

Верный ответ: Можно, с использованием наблюдателя на основе косвенных методов измерения скорости (положения)

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения задания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной) составляющих В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.