

**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: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическое моделирование электрических машин и аппаратов**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатова Е.П.
	Идентификатор	R51c6ebe0-KurbatovaYP-a15ccd67

Е.П.
Курбатова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.
Кузнецова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

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-3 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических машин и аппаратов

ИД-2 Демонстрирует знание законов электротехники, электромеханики, математического анализа и основ теории электрических аппаратов

ИД-6 Применяет современные методы исследования режимов работы и расчета характеристик электрических машин и аппаратов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Анализ процессов в электромеханической системе контактора постоянного тока (Контрольная работа)
2. Макромодель механического узла (Контрольная работа)
3. Моделирование контактной системы (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Модели подсистем электротехнических объектов (Тестирование)
2. Основные понятия макро моделирования (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5
	Срок КМ:	4	6	8	12	16
Понятие математической макроскопической модели электротехнического объекта						
Понятие математической макроскопической модели электротехнического объекта	+					
Применение теории подобия для математического моделирования основных подсистем электротехнических объектов						
Применение теории подобия для математического моделирования основных подсистем электротехнических объектов			+			
Эквивалентные схемы типовых элементов и узлов электротехнических объектов						

Эквивалентные схемы типовых элементов и узлов электротехнических объектов			+	+	
Применение математического моделирования для анализа процессов в физических системах электротехнических объектов					
Применение математического моделирования для анализа процессов в физических системах электротехнических объектов					+
Вес КМ:	10	20	20	20	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-3	ИД-2ПК-3 Демонстрирует знание законов электротехники, электромеханики, математического анализа и основ теории электрических аппаратов	Знать: принципы построения математических моделей и их эквивалентных схем для анализа физических процессов в электрических аппаратах на основе законов электротехники, механики, распространения тепла методы макроскопического математического моделирования процессов в физических системах электротехнических объектов	Основные понятия макро моделирования (Тестирование) Модели подсистем электротехнических объектов (Тестирование)
ПК-3	ИД-6ПК-3 Применяет современные методы исследования режимов работы и расчета характеристик электрических машин и аппаратов	Уметь: определять параметры эквивалентных схем для анализа физических процессов в электрических аппаратах выполнять анализ результатов	Макромодель механического узла (Контрольная работа) Моделирование контактной системы (Контрольная работа) Анализ процессов в электромеханической системе контактора постоянного тока (Контрольная работа)

		математического моделирования для их применения при исследованиях режимов работы и характеристик электротехнических объектов применять методы макроскопического моделирования для построения эквивалентных схем механических узлов электрических аппаратов	
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основные понятия макро моделирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест состоит из 10 вопросов "один из многих". На тест отводится 15 минут.

Краткое содержание задания:

Студенту выдается тест, состоящей из 10 вопросов по теме "Основные понятия макро моделирования"

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: методы макро скопического математического моделирования процессов в физических системах электротехнических объектов</p>	<p>1. Независимые переменные в макро скопической модели это ...?</p> <ol style="list-style-type: none">1. пространственные координаты2. время и пространственные координаты3. время <p>2. Фазовые переменные в каждой подсистеме относятся к одному из двух типов</p> <ol style="list-style-type: none">1. поток и потенциал2. поток и производная потенциала по времени3. производная потока по времени и потенциал <p>3. В качестве элементов физических подсистем используют ...</p> <ol style="list-style-type: none">1. R, L, C, U2. R, L, C3. R, L, C, U, I <p>4. Компонентные уравнения отражают ...</p> <ol style="list-style-type: none">1. закон функционирования каждого элемента системы и связывают разнородные фазовые переменные2. закон функционирования каждого элемента системы и связывают однородные фазовые переменные3. взаимосвязи элементов системы <p>5. Топологические уравнения отражают ...</p> <ol style="list-style-type: none">1. структуру связей между одинаковыми элементами в подсистеме и записываются для однородных фазовых переменных: отдельно для потоков и для потенциалов2. структуру связей между различными элементами в подсистеме и в целом в системе и записываются для разнородных фазовых переменных3. структуру связей между различными элементами в подсистеме и в целом в системе и записываются для однородных фазовых переменных: отдельно для потоков и для потенциалов
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>6. Источники энергии в физических подсистемах моделируются ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. источниками фазовых переменных 2. источниками напряжения 3. источниками тока <p>7. Математическая макроскопическая модель физической системы это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1. конструкция устройства 2. система алгебраических и обыкновенных дифференциальных (интегральных) уравнений 3. электрическая схема <p>8. Графическое представление математической макроскопической модели это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. эквивалентная схема цепи 2. чертеж конструкции устройства 3. функциональная схема системы <p>9. Уравнение физического процесса представляет ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. сумму однородных слагаемых 2. сумму разнородных слагаемых 3. произведение переменных <p>10. В механической подсистеме происходит ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. преобразование электрической энергии в механическую 2. преобразование механической энергии в механическую 3. преобразование механической энергии в магнитную
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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. Модели подсистем электротехнических объектов

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест состоит из 20 вопросов "один из многих". На тест отводится 25 минут.

Краткое содержание задания:

Студенту выдается тест, состоящей из 20 вопросов по теме “Модели подсистем электротехнических объектов”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы построения математических моделей и их эквивалентных схем для анализа физических процессов в электрических аппаратах на основе законов электротехники, механики, распространения тепла

1. Фазовые переменные в механической подсистеме поступательного движения:

1. время
2. трение, пружина и масса
- 3 сила и скорость

2. Фазовые переменные в магнитной подсистеме:

1. магнитное напряжение и магнитный поток
2. магнитное сопротивление и магнитная индуктивность
3. время

3. Компонентные уравнения электрической подсистемы включают:

$$1. U = iR, U = L \frac{di}{dt}, i = C \frac{dU}{dt}$$

$$2. U = iR, U = C \frac{di}{dt}, i = L \frac{dU}{dt}$$

$$3. U = iL, U = R \frac{di}{dt}, i = C \frac{dU}{dt}$$

4. Компонентные уравнения механической подсистемы вращательного движения включают:

$$1. M = k_{тр} \omega, \omega = \frac{1}{k_y} \frac{dM}{dt}, M =$$

$$J \frac{d\omega}{dt}$$

$$2. M = k_{тр} \omega, \omega = J \frac{dM}{dt}, M =$$

$$\frac{1}{k_y} \frac{d\omega}{dt}$$

$$3. M = k_y \omega, \omega = \frac{1}{k_{тр}} \frac{dM}{dt}, M = \frac{d\omega}{dt}$$

5. Начальная скорость объекта в механической подсистеме (прямая модель) моделируется как:

1. Напряжение на емкости
2. Ток на индуктивности
3. Источник тока

6. Распределение магнитного поля в немагнитном материале в макромодели магнитной подсистемы....

1. Представляется магнитным сопротивлением
2. Представляется магнитной индуктивностью
3. Не может быть представлено

7. Аналогом напряжения в тепловой подсистеме является:

1. Температура
2. Тепловой поток
3. Теплопроводность

8. Зазор в механической подсистеме поступательного движения (в прямой модели) моделируется:

1. Параллельным соединением емкости и резистора
2. Параллельным соединением индуктивности и резистора

	<p>3. Последовательным соединением резистора и индуктивности</p> <p>9. Момент в механической подсистеме поступательного движения в прямой модели является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Переменной типа потока 2. Переменной типа потенциала 3. Не является фазовой переменной <p>10. Теплоемкость тела в тепловой подсистеме моделируется</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловым конденсатором 2. Тепловым резистором 3. Тепловой индуктивностью
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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. Макромодель механического узла

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием специализированного ПО

Краткое содержание задания:

1. Составить эквивалентную схему прямой модели механического узла.
2. Рассчитать переходной процесс при воздействии синусоидального источника силы (сил) с частотой 50 Гц. Начальная фаза источника (источников) равна нулю. Промежуток времени анализа от 0 до 0.6 с. Построить временные зависимости скоростей всех масс.
3. Построить амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики скоростей масс в диапазоне частот 0-2000 Гц. Определить резонансные частоты.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: определять параметры эквивалентных схем для анализа физических процессов в электрических аппаратах

1.

Задача 1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
$P, Н$	10	10	20	20	40	40	30
$m_1, кг$	1	1	2	2	4	4	5
$m_2, кг$	6	4	6	3	3	2	4
$K_{y1}, Н/м$	2e5	2e5	1e5	1e5	6e5	6e5	1e5
$K_{y2}, Н/м$	2e5	1e5	2e5	1e5	1e5	2e5	2e5
$K_{y3}, Н/м$	8e5						
$K_{mp1}, ко/с$	30	40	40	20	20	30	10
$K_{mp2}, ко/с$	60	60	60	60	60	60	60

2. **Задача 2**

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
$P_1, Н$	10	10	20	20	40	40	30
$P_2, Н$	20	40	60	50	15	20	15
$m_1, кг$	1	1	2	2	4	3	3
$m_2, кг$	6	4	6	3	3	4	5
$m_3, кг$	8	10	8	10	8	10	8
$K_{y1}, Н/м$	2e5	1e5	2e5	1e5	1e5	2e5	2e5
$K_{y2}, Н/м$	8e5						
$K_{mp1}, кг/с$	30	40	40	20	20	30	30
$K_{mp2}, кг/с$	60	60	60	60	60	60	60
$K_{mp3}, кг/с$							
	10	10	20	20	30	30	40

3. **Задача 3**

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
$P_1, Н$	10	10	20	20	40	40	30
$P_2, Н$	20	40	60	50	15	20	15
$m_1, кг$	1	1	2	2	4	3	3
$m_2, кг$	6	4	6	3	3	4	5
$m_3, кг$	8	10	8	10	8	10	8
$K_{y1}, Н/м$	2e5	1e5	2e5	1e5	1e5	2e5	2e5
$K_{y2}, Н/м$	8e5						
$K_{mp1}, кг/с$	30	40	40	20	20	30	30
$K_{mp2}, кг/с$	60	60	60	60	60	60	60
$K_{mp3}, кг/с$							
	10	10	20	20	30	30	40

4. **Задача 4**

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
$P, Н$	10	10	20	20	40	30	30
$m_1, кг$	6	4	2	1	1	4	6
$m_2, кг$	1	1	2	2	4	5	3
$m_3, кг$	6	4	6	3	3	4	4
$K_{y1}, Н/м$	2e5	2e5	2e5	1e5	1e5	1e5	8e5
$K_{y2}, Н/м$	2e5	1e5	2e5	1e5	1e5	3e5	2e5
$K_{y3}, Н/м$	8e5						
$K_{y4}, Н/м$	8e5						
$K_{mp1}, кг/с$	30	40	40	20	20	30	30
$K_{mp2}, кг/с$	60	60	60	60	60	60	60
$K_{mp3}, кг/с$							
	10	10	20	20	30	30	40

5. **Задача 5**

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7
$P_1, Н$	10	10	20	20	40	40	50
$m_1, кг$	6	4	2	1	1	2	6
$m_2, кг$	1	1	2	2	4	4	5
$m_3, кг$	6	4	6	3	3	5	4
$K_{y1}, Н/м$	2e5	2e5	2e5	1e5	1e5	2e5	1e5
$K_{y2}, Н/м$	2e5	1e5	2e5	1e5	1e5	3e5	2e5
$K_{y3}, Н/м$	8e5						
$K_{mp1}, кг/с$	30	40	40	20	20	30	50
$K_{mp2}, кг/с$	60	60	60	60	60	60	60
$K_{mp3}, кг/с$							
	10	10	20	20	30	30	15

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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. Моделирование контактной системы

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием специализированного ПО

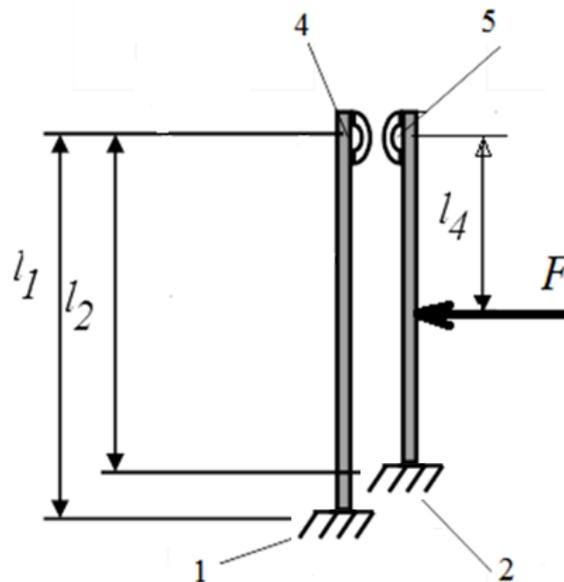
Краткое содержание задания:

1. Составить модель контактной системы.

2. Провести моделирование динамики срабатывания контактной системы.
3. Рассчитать и построить осциллограммы изменение зазора от времени.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять методы макроскопического моделирования для построения эквивалентных схем механических узлов электрических аппаратов



1.

Figure 1 1, 2 – консольное закрепление контактов; 4, 5 контакты

Контакты изготовлены из металлической полосы толщиной 1.5 мм и шириной 4 мм.

Материал контактов бронза, плотность материала - 8900 кг/м³.

Контактные накладки высотой 1 мм, материал серебро

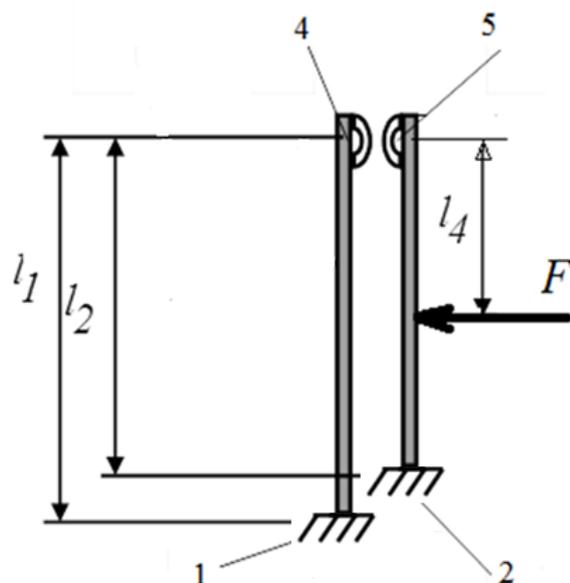
Начальный зазор между контактами (между контактными накладками) - 2 мм.

Жесткость пружины - 400 Н/м. Начальное поджатие пружины отсутствует.

$$l_1 = 50 \text{ мм}$$

$$l_2 = 45 \text{ мм}$$

$$l_4 = 15 \text{ мм}$$



2.

Figure 2 1, 2 – консольное закрепление контактов; 4, 5 контакты

Контакты изготовлены из металлической полосы толщиной 1.5 мм и шириной 3 мм.

Материал контактов бронза, плотность материала - 8900 кг/м³.

Контактные накладки высотой 1 мм, материал серебро

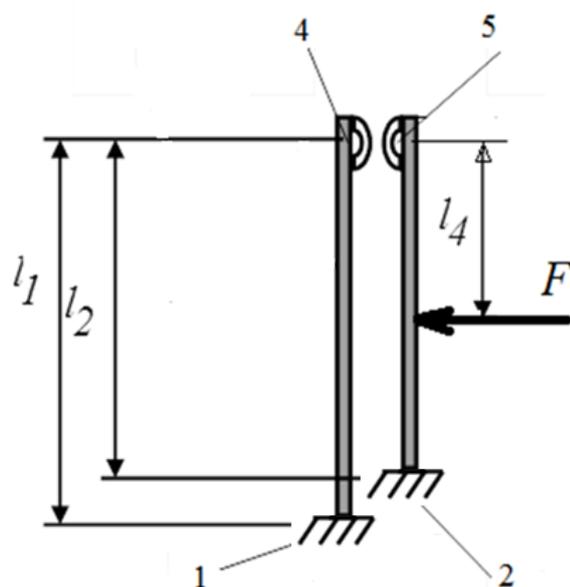
Начальный зазор между контактами (между контактными накладками) - 2 мм.

Жесткость пружины - 400 Н/м. Начальное поджатие пружины отсутствует.

$$l_1 = 58 \text{ мм}$$

$$l_2 = 53 \text{ мм}$$

$$l_4 = 20 \text{ мм}$$



3.

Figure 3 1, 2 – консольное закрепление контактов; 4, 5 контакты

	<p>Контакты изготовлены из металлической полосы толщиной 1.5 мм и шириной 4 мм. Материал контактов бронза, плотность материала - 8900 кг/м³. Контактные накладки высотой 1 мм, материал серебро Начальный зазор между контактами (между контактными накладками) - 2 мм. Жесткость пружины - 400 Н/м. Начальное поджатие пружины отсутствует.</p> <p>l1 = 70 мм l2 = 65 мм l4 = 20 мм</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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-5. Анализ процессов в электромеханической системе контактора постоянного тока

Формы реализации: Компьютерное задание

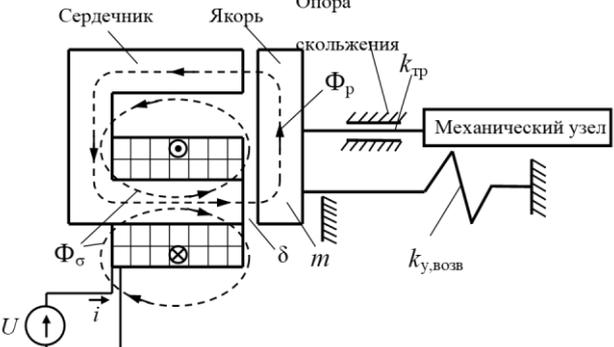
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

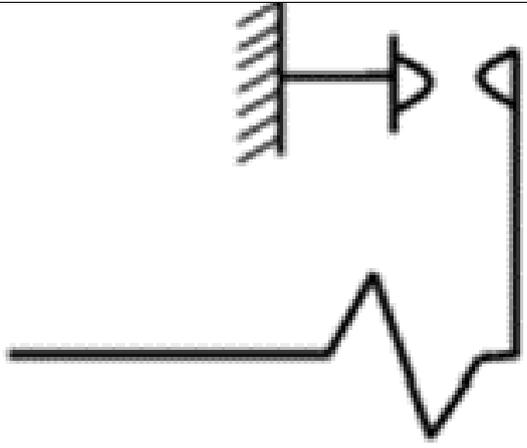
Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа на компьютерах с использованием специализированного ПО

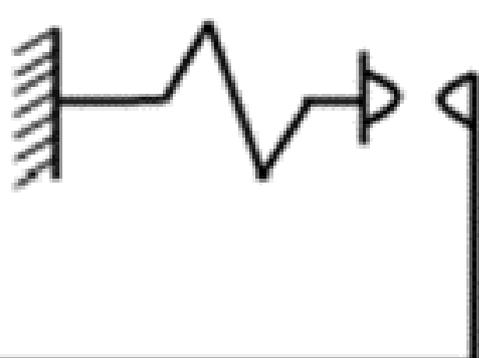
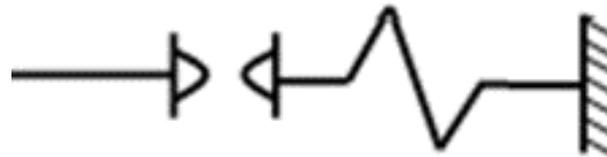
Краткое содержание задания:

1. Составить модель электромеханической системы контактора постоянного тока
2. Рассчитать и построить тяговую характеристику электромагнита постоянного тока
3. Рассчитать и построить механическую (противодействующую) характеристику механического узла
4. Провести моделирование динамике срабатывания и выключения. Построить временные зависимости тока в катушке, перемещения якоря, расстояния между подвижным и неподвижным контактом, электромагнитной силы

Сопротивление провода катушки	2900 Ом	
Магнитное сопротивление магнитопровода		97260 1/Гн
Магнитное сопротивление якоря		26310 1/Гн
Магнитное сопротивление рассеяния		2.0e7 1/Гн
Магнитное сопротивление зазора		$5e6 \cdot \delta$ 1/Гн δ - зазор в мм
Коэффициент трения		0.1 кг/с
Жесткость возвратной пружины		500 Н/м
Ход якоря		6 мм
Напряжение питания		импульс 220 В, период 0.5 с, скважность 50%, задержка 0.1 с
Начальное положение якоря		в середине зазора

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: выполнять анализ результатов математического моделирования для их применения при исследованиях режимов работы и характеристик электротехнических объектов</p>	1.	Число витков	2100 0	 <p>Figure 4 механический узел</p>
		Электромагнитная сила		$2,65e9 \cdot \Phi^2$
		Масса якоря		0.1 кг
		Жесткость контактной пружины		2000 Н/м
		Сила поджатия контактной пружины		0
		Начальный зазор		1.5 мм

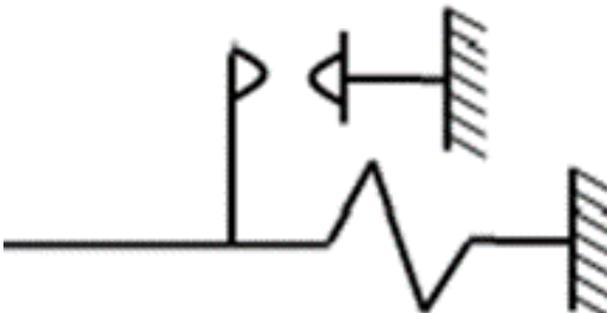
	Масса подвижного контакта		0.01 кг
2.			
	Число витков	1900 0	 <p>Figure 5 механический узел</p>
	Электромагнитная сила		$2,7e9 \cdot \Phi^2$
	Масса якоря		0.2 кг
	Жесткость контактной пружины		2500 Н/м
	Сила поджатия контактной пружины		0
	Начальный зазор		2 мм
	Масса подвижного контакта		0.01 кг
3.			
	Число витков	2300 0	 <p>Figure 6 механический узел</p>
	Электромагнитная сила		$2,5e9 \cdot \Phi^2$
	Масса якоря		0.12 кг
	Жесткость контактной пружины		3000 Н/м
	Сила поджатия контактной пружины		0
	Начальный зазор		1 мм
	Масса подвижного		0.01 кг

контакта		
----------	--	--

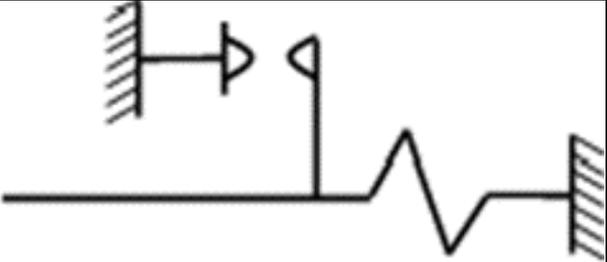
4.

Число витков	2000 0	 <p>Figure 7 механический узел</p>
Электромагнитная сила		$2,8e9 \cdot \Phi^2$
Масса якоря		0.15 кг
Жесткость контактной пружины		3000 Н/м
Сила поджатия контактной пружины		0
Начальный зазор		1.5 мм
Масса подвижного контакта		0.01 кг

5.

Число витков	2300 0	 <p>Figure 8 механический узел</p>
Электромагнитная сила		$2,5e9 \cdot \Phi^2$
Масса якоря		0.11 кг
Жесткость контактной пружины		2500 Н/м
Сила поджатия контактной пружины		0
Начальный зазор		1.5 мм
Масса подвижного контакта		0.01 кг

6.

		Число витков	1900 0	 <p>Figure 9 механический узел</p>
		Электромагнитная сила		$2,65e9 \cdot \Phi^2$
		Масса якоря		0.14 кг
		Жесткость контактной пружины		3000 Н/м
		Сила поджатия контактной пружины		0
		Начальный зазор		1 мм
		Масса подвижного контакта		0.01 кг

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Математическая макромодель. Эквивалентная схема. Понятие фазовых переменных. Пассивные элементы и источники фазовых переменных. Компонентные уравнения. Топологические уравнения. Требования к уравнениям физического процесса.
2. Механическая подсистема вращательного движения. Фазовые переменные и источники в обращенной модели механической подсистемы вращательного движения. Компонентные и топологические уравнения в обращенной модели механической подсистемы вращательного движения.
3. Построить модель двухобмоточного трансформатора напряжения с учетом нелинейных свойств материала сердечника.

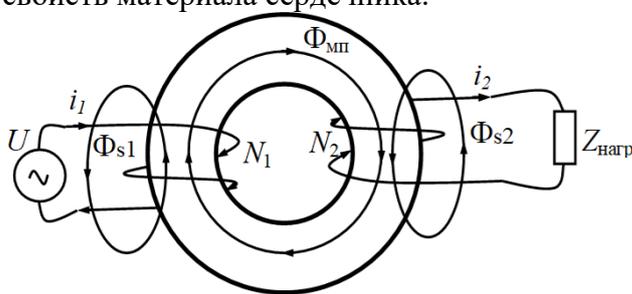


Figure 10 Схема трансформатора напряжения

Процедура проведения

Проводится по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Каждый билет включает в себя два теоретических вопроса и одно задание на компьютере.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-3} Демонстрирует знание законов электротехники, электромеханики, математического анализа и основ теории электрических аппаратов

Вопросы, задания

1. Понятие электромеханической системы. Определения и свойства физической подсистемы. Сравнение микромоделей и макромоделей, их отличия. Привести различные примеры электромеханических систем с электрической и магнитной подсистемами и объяснить их взаимодействие.
2. Математическая макромодель. Эквивалентная схема. Понятие фазовых переменных. Пассивные элементы и источники фазовых переменных. Компонентные уравнения. Топологические уравнения. Требования к уравнениям физического процесса.
3. Электрическая подсистема. Фазовые переменные и источники электрической подсистемы. Компонентные уравнения в электрической подсистеме. Топологические уравнения в электрической подсистеме.
4. Тепловая подсистема. Фазовые переменные и источники тепловой подсистемы. Компонентные уравнения в тепловой подсистеме. Топологические уравнения в тепловой подсистеме.

- 5.Магнитная подсистема. Фазовые переменные и источники магнитной подсистемы. Понятие трубки магнитного потока. Расчет магнитного сопротивления. Моделирование источников магнитного поля. Компонентные уравнения в магнитной подсистеме. Топологические уравнения в магнитной подсистеме.
- 6.Механическая подсистема поступательного движения. Фазовые переменные и источники в прямой модели механической подсистемы поступательного движения. Компонентные и топологический уравнения в прямой модели механической подсистемы поступательного движения.
- 7.Механическая подсистема поступательного движения. Фазовые переменные и источники в обращенной модели механической подсистемы поступательного движения. Компонентные и топологический уравнения в обращенной модели механической подсистемы поступательного движения.
- 8.Механическая подсистема вращательного движения. Фазовые переменные и источники в прямой модели механической подсистемы вращательного движения. Компонентные и топологический уравнения в прямой модели механической подсистемы вращательного движения.
- 9.Механическая подсистема вращательного движения. Фазовые переменные и источники в обращенной модели механической подсистемы вращательного движения. Компонентные и топологический уравнения в прямой модели механической подсистемы вращательного движения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Компонентные уравнения ...

Ответы:

1. связывают разнородные фазовые переменные и описывают закон функционирования каждого элемента системы
2. связывают однородные фазовые переменные и описывают закон функционирования каждого элемента системы
3. описывают связи между элементами в подсистеме и записываются для однородных фазовых переменных: отдельно для потоков и для потенциалов
4. описывают связи между элементами в подсистеме и записываются для разнородных фазовых переменных

Верный ответ: 1. связывают разнородные фазовые переменные и описывают закон функционирования каждого элемента системы

2.Топологические уравнения ...

Ответы:

1. связывают разнородные фазовые переменные и описывают закон функционирования каждого элемента системы
2. связывают однородные фазовые переменные и описывают закон функционирования каждого элемента системы
3. описывают связи между элементами в подсистеме и записываются для однородных фазовых переменных: отдельно для потоков и для потенциалов
4. описывают связи между элементами в подсистеме и записываются для разнородных фазовых переменных

Верный ответ: 3. описывают связи между элементами в подсистеме и записываются для однородных фазовых переменных: отдельно для потоков и для потенциалов

3.Фазовыми переменными в магнитной подсистеме являются:

Ответы:

1. магнитное напряжение и магнитный поток
2. магнитное сопротивление и магнитная индуктивность
3. магнитная проводимость и время

Верный ответ: 1. магнитное напряжение и магнитный поток

4. Фазовыми переменными в механической подсистеме поступательного движения являются:

Ответы:

1. силы и время
2. трение, пружина и масса
3. сила и скорость
4. ускорение и инерция

Верный ответ: 3. сила и скорость

5. Фазовыми переменными в механической подсистеме вращательного движения являются:

Ответы:

1. момент и угловая скорость
2. трение, пружина и момент инерции
3. угловая скорость и момент инерции
4. угловое ускорение и момент

Верный ответ: 1. момент и угловая скорость

6. Фазовыми переменными в тепловой подсистеме являются:

Ответы:

1. тепловой поток и количество тепла
2. температура и тепловой поток
3. тепловая мощность и температура
4. тепловой поток и тепловая мощность

Верный ответ: 2. температура и тепловой поток

7. Фазовыми переменными в электрической подсистеме являются:

Ответы:

1. ток и напряжение
2. сопротивление, индуктивность, емкость
3. напряжение и мощность
4. мощность и ток

Верный ответ: 1. ток и напряжение

2. Компетенция/Индикатор: ИД-бпк-3 Применяет современные методы исследования режимов работы и расчета характеристик электрических машин и аппаратов

Вопросы, задания

1. Построить модель электромеханического реле с замыкающимися контактами

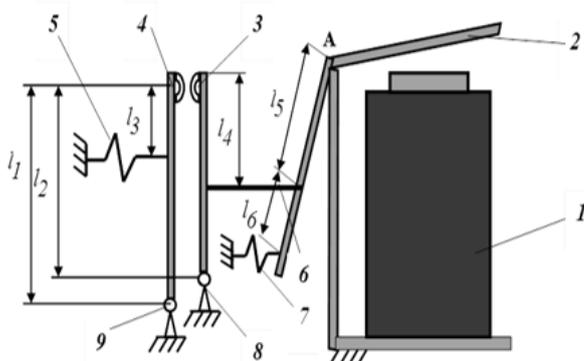


Figure 11 Кинематическая схема реле с ЗК

2. Построить модель электромеханического реле с размыкающимися контактами

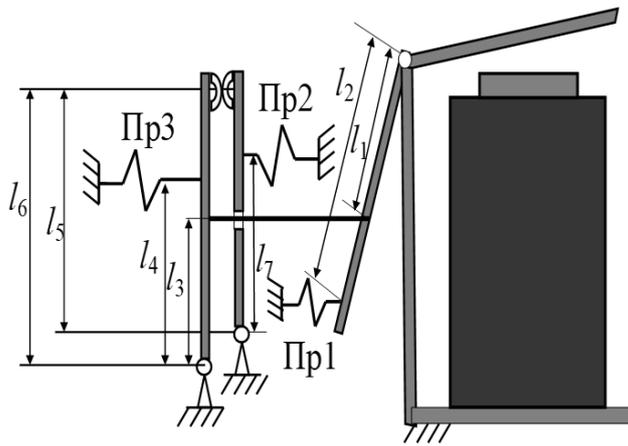


Figure 12 Кинематическая схема реле с РК

3.Контактор постоянного тока. Построение тяговой характеристики электромагнитной подсистемы.

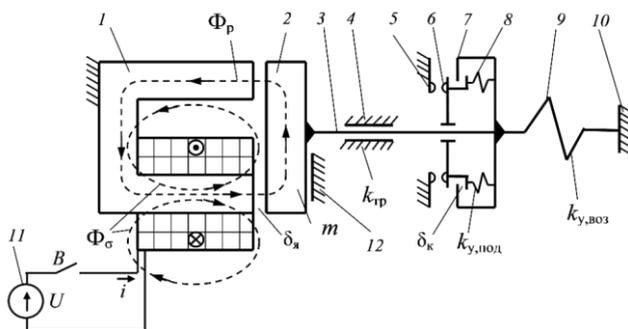


Figure 13 Кинематическая схема контактора постоянного тока

4.Контактор постоянного тока. Построение механической характеристики контактной системы.

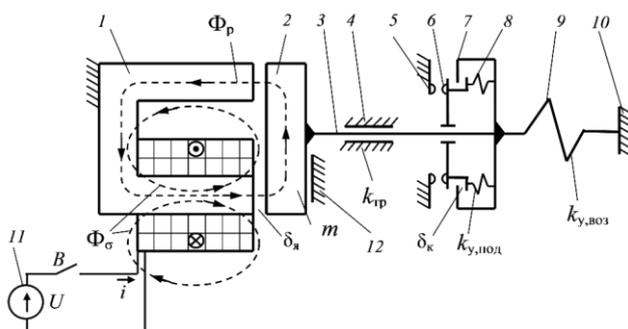


Figure 14 Кинематическая схема контактора постоянного тока

5.Контактор постоянного тока. Анализ динамики срабатывания и выключения.

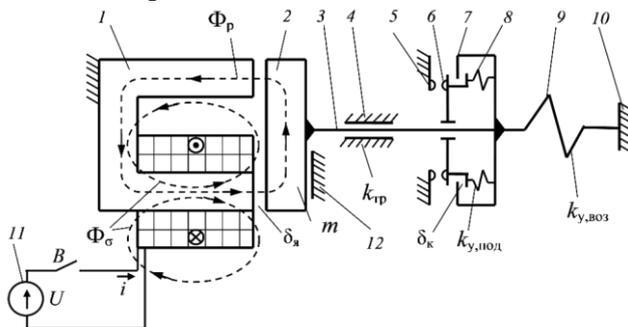


Figure 15 Кинематическая схема контактора постоянного тока

6.Построение модели двухобмоточного трансформатора напряжения с учетом нелинейных свойств материала сердечника.

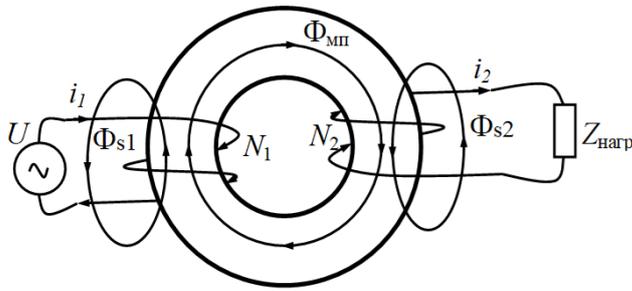


Figure 16 Схема трансформатора напряжения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Начальное усилие пружины в прямой модели механической подсистемы задается

Ответы:

1. начальным током в индуктивности
2. начальным напряжением в емкости
3. начальным напряжением в индуктивности
4. начальным током в емкости

Верный ответ: 1. начальным током в индуктивности

2. Начальная температура тела в модели тепловой подсистемы задается

Ответы:

1. начальным током в индуктивности
2. начальным напряжением в емкости
3. начальным напряжением в индуктивности
4. начальным током в емкости

Верный ответ: 2. начальным напряжением в емкости

3. Нелинейное магнитное сопротивление в магнитной подсистеме задается

Ответы:

1. Вебер-Амперной характеристикой
2. Вольт-Амперной характеристикой
3. Кривой намагничивания материала

Верный ответ: 1. Вебер-Амперной характеристикой

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу