

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Моделирование в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование электрических машин**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

И.С.
Козьмина

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н.
Тулский

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 Способность принимать участие в решении исследовательских задач в рамках реализации научного проекта

ИД-4 Знает информационные технологии, используемые в науке и технике

2. ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике

ИД-2 Применяет методы конструирования и моделирования электрических машин для решения профессиональных задач

ИД-7 Владеет базовыми инструментальными средствами создания, моделирования и конструирования электрических машин в электроэнергетике

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа)

2. Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Моделирование асинхронного электродвигателя (Проверочная работа)

2. Моделирование машин постоянного тока (Проверочная работа)

3. Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Проверочная работа)

4. Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	10	12	14	16
Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы.							
Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов. Тепловые	+						

переходные процессы. Режимы работы электрических машин по условиям нагрева.						
Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.						
Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях. Переходный процесс при включении в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки трансформатора, ударный ток короткого замыкания. Воздействие токов короткого замыкания на трансформатор. Включение трансформатора на постоянное напряжение. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах.			+			
Математическая модель обобщенной электрической машины						
Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в различных системах координат. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин.			+			
Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя. Переходные процессы в асинхронных машинах						
Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в различных системах координат. Переходные процессы в асинхронных двигателях. Учёт нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя.				+		
Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева						
Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин. Переходный процесс при внезапном трёхфазном коротком замыкании синхронного генератора. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей					+	
Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока.						

Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Динамические режимы пуска, торможения, реверса и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока						+
Вес КМ:	15	17	17	17	17	17

\$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-4 _{ПК-2} Знает информационные технологии, используемые в науке и технике	Знать: принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Проверочная работа) Моделирование машин постоянного тока (Проверочная работа)
ПК-3	ИД-2 _{ПК-3} Применяет методы конструирования и моделирования электрических машин для решения профессиональных задач	Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах Уметь:	Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин (Контрольная работа) Моделирование асинхронного электродвигателя (Проверочная работа)

		составлять модели электрических машин и трансформаторов	
ПК-3	ИД-7 _{ПК-3} Владеет базовыми инструментальными средствами создания, моделирования и конструирования электрических машин в электроэнергетике	Знать: программные средства моделирования электрических машин Уметь: моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров	Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа) Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Моделирование переходных процессов в трансформаторах

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выдаётся индивидуальное задание на создание компьютерной модели и расчёт её параметров.

Краткое содержание задания:

Смоделировать переходные процессы в трансформаторе при включении и при внезапном коротком замыкании.

Основные данные трехфазных двухобмоточных трансформаторов с естественным масляным охлаждением с алюминиевыми (№ 1 — 18) и медными (№ 19 — 32) обмотками

№ п/п	Мощность S, кВ×А	Схемы и группы соединений	Номинальные напряжения, В		Число витков		Rк, Вт		Рх, Вт		ик, %		Ю, %	
							ВН	НН	ВН	НН	ВН	НН	ВН	НН
1	63	Y/Y-0	3300	230	710	49	1280	265	4,5	2,8				
2	63	Y/Y-0	6000	420	1260	88	1280	265	4,5	2,8				
3	63	Y/Y-0	10000	400	2100	84	1280	265	4,5	2,8				
4	100	Y/Y-0	3300	230	605	42	1970	365	4,5	2,6				
5	100	Y/Y-0	6000	440	1125	82	1970	365	4,5	2,6				
6	100	Y/Д - 1 1	6300	400	1180	130	1970	365	4,5	2,6				
7	100	Y/Y-0	10000	400	1850	74	1970	365	4,5	2,6				
8	160	Y/Y-0	3000	230	394	30	2650	565	4,5	2,4				
9	160	Д / Y- 1 1	3300	690	730	88	2650	565	4,5	2,4				
10	160	Y / Д - 1 1	6000	690	770	152	2650	565	4,5	2,4				
11	160	Y/Y-0	10000	400	1273	51	2650	565	4,5	2,4				
12	250	Y/Y-0	3300	230	358	25	3700	820	4,5	2,3				
13	250	Д / Y- 1 1	6600	440	1200	46	3700	850	4,5	2,3				
14	250	Y/ Д - 1 1	6000	690	630	126	3700	820	4,5	2,3				
15	250	Y/Y-0	10000	400	1050	42	3700	820	4,5	2,3				
16	630	Д / Y - 1 1	6000	400	624	24	7000	1420	5,0	1,5				
17	1000	Д / Y - 1 1	6000	400	441	17	10000	2400	5,5	1,4				
18	1600	Y/Y-0	10000	400	376	15	14500	3100	5,0	1,3				
19	25	Y/Y-0	3300	230	1032	72	490	120	4,5	3,0				
20	25	Y/Y-0	11000	230	3441	72	490	120	4,5	3,0				
21	40	Y/Y-0	3000	230	938	72	850	145	4,5	2,8				
22	40	Y/Y-0	6000	400	1877	125	850	145	4,5	2,8				
23	40	Y/Y-0	10000	400	3128	125	850	145	4,5	2,8				
24	160	Y/Y-0	11000	440	1450	58	2100	460	4,5	1,7				
25	250	Y/Y-0	11000	440	1100	44	3000	650	4,5	2,3				
26	250	Y/ Д - 1 1	11000	190	1100	33	3000	650	4,5	2,3				
27	400	Y/ Д - 1 1	11000	190	869	26	4100	900	5,0	1,5				
28	400	Y/Y-0	11000	440	875	35	4100	900	5,0	1,5				
29	630	Д/Д - 0	11000	190	1158	20	5000	1400	5,5	1,6				

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: принципы описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое переходной процесс? Дайте определение 2. Написать дифференциальные уравнения переходного процесса и дифференциальные уравнения в форме Коши для RL-ветви. 3. Что определяет понятие «начальное условие», каким образом рассчитываются начальные условия и как задаются? 4. Что такое постоянная времени (переходного процесса)? Как она (её величина) связана с длительностью переходного процесса? Как определялась постоянная времени τ в лабораторной работе? 5. В чём особенность включения в сеть ненагруженного трансформатора? Как вид переходного процесса зависит от момента включения? 6. От чего зависит величина ударного тока КЗ трансформатора? 7. Как величина установившегося тока КЗ трансформатора связана с величиной напряжения КЗ?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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: 70

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. Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту выдаётся индивидуальное задание на создание компьютерной модели и расчёт её параметров.

Краткое содержание задания:

Записать дифференциальные уравнения, составить блок-схемы и решить уравнения

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: составлять модели электрических машин и трансформаторов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Написать ДУ переходного процесса и ДУ в форме Коши для RL-ветви. 2. Написать уравнение и показать график зависимости $i(t)$ для ветви RL с момента подключения постоянного напряжения 3. Написать уравнение и показать график зависимости $i(t)$ для ветви RL с момента выключения постоянного напряжения 4. Составить блок-схему с указанием расчетных коэффициентов входных параметров решающих блоков для моделирования $i(t)$ ветви RL с момента подключения напряжения 5. Составить блок-схему с указанием расчетных коэффициентов входных параметров решающих блоков для моделирования $i(t)$ ветви RL с момента отключения напряжения и замыкания схемы.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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: 70

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. Моделирование асинхронного электродвигателя

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выдаётся индивидуальное задание на создание компьютерной модели и расчёт её параметров.

Краткое содержание задания:

Смоделировать на ПК дифференциальные уравнения (ДУ) асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором и исследовать его основные режимы работы.

В работе исследуется АД типа А42-6, имеющий следующие техниче-ские данные, являющиеся исходными данными для моделирования пере-ходного процесса:

$U_n = 220/380$ В, $P_{2n} = 1,7$ кВт; $I_n = 7,5/4,3$ А; $M_n = 17,46$ Н·м; $\cos\phi_n = 0,75$; $\eta_n = 79,5\%$; $s_n = 0,07$; $skp = 0,2$; $K_I = 4,5$; $K_{II} = 1,4$; $K_M = 1,8$; $2p = 6$; $f = 50$ Гц; $m = 3$; $J = 0,0148$ кг·м²; параметры схемы замещения: $R_s = 3,57$ Ом; $R_r = 3,8$ Ом; $X_m = 82,52$ Ом; $X_{\sigma s} = 4,99$ Ом; $X_{\sigma r} = 8,28$ Ом.

Расчеты выполняются для $M_c = 0$, $M_c = M_n$ и $M_c \sim 1,5 M_n$, $\omega_1 = 314 \text{ 1/с}$, $\omega_k = 0$ и $t = t_p$

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие системы координат использовались для моделирования АД? 2. Каким образом определялось время пуска АД? 3. В каком режиме определялась перегрузочная способность АД? 4. Каким образом моделировался режим КЗ? 5. Объяснить, почему в момент включения АД в сеть $M_p = 0$, а по статической характеристике $M_p \neq 0$? 6. Как перейти от моделирования в системе координат α, β к системе координат u, v? В каких случаях для исследования переходного процесса в АД удобна система координат α, β, а в каких система $-u, v$? 7. По каким графикам и как определить критическое скольжение $s_{кр}$?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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: 70

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. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа

Краткое содержание задания:

Собрать модель в Matlab&Simulink, получить решение

Контрольные вопросы/задания:

Знать: программные средства моделирования электрических машин	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чем заключается преобразование системы ДУ к виду, удобному для моделирования на ПК? 2. Какие системы координат использовались для моделирования АД? 3. Каким образом определялось время пуска АД?
---	--

	<p>4. В каком режиме определялась перегрузочная способность АД?</p> <p>5. Как перейти от моделирования в системе координат α, β к системе координат u, v? В каких случаях для исследования переходного процесса в АД удобна система координат α, β, а в каких система u, v?</p>
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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: 70

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-5. Переходные процессы в синхронных машинах

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование "Переходные процессы в синхронных машинах"

Краткое содержание задания:

Ответьте письменно на следующие вопросы, ответы поясните

Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь: моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров</p>	<p>1. Сохранит ли устойчивость в динамическом режиме синхронный турбогенератор при коротком замыкании в линии электропередачи для случая, изображенном на рисунке? До возникновения короткого замыкания генератор работал в номинальном режиме. Ответ поясните. Число фаз генератора $m = 3$; Синхронное индуктивное сопротивление $x_s = 1,5$; ЭДС возбуждения $E = 1$ о.е.; Номинальное напряжение $U_{ном} = 1$ о.е.; Напряжение в режиме КЗ $U_{кз} = 1$ о.е.;</p>
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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-6. Моделирование машин постоянного тока

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 17

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студентам выдаётся индивидуальное задание на создание компьютерной модели и расчёт её параметров.

Краткое содержание задания:

Исследовать переходные процессы электродвигателя постоянного тока (ДПТ) параллельного возбуждения с последовательной стабилизирующей обмоткой (ОС) возбуждения в цепи обмотки якоря (ОЯ) в пусковом режиме и при коммутации добавочного сопротивления (r_d) в цепи обмотки возбуждения (ОВ).

В работе в качестве объекта исследования принят ДПТ параллельного возбуждения с последовательной стабилизирующей обмоткой возбуждения, работающий с номинальным моментом нагрузки, технические данные которого близки к серийному двигателю П-52:

$P_n = 8$ кВт; $U_n = 220$ В; $i_{я.н} = 40$ А; $n_n = 1500$ об/мин; $2p = 4$; $2a = 2$; $C_e = 16,5$; $C_m = 158$; $F_n = 80 \cdot 10^{-4}$ Вб; $R_{я} = 0,55$ Ом; $L_{я} = 20 \cdot 10^{-3}$ Гн; $i_{в.н} = 1,6$ А; $w_b = 860$; $w_c = 8$; $\sigma = 1,15$; $R_b = 137,5$ Ом; $r_d = 201$ Ом; $J = 0,152$ кг·м²; $F_n = i_{в.н} w_b = 1376$ А; $M_n = 50,56$ Н·м.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	1. Написать систему ДУ для переходного электромеханического процесса двигателя постоянного тока 2. Написать систему ДУ в нормальной форме Коши 3. Определите время пуска и установившуюся частоту вращения двигателя по результатам моделирования 4. Продемонстрируйте способы регулирования частоты вращения двигателя
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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: 70

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

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. 1. Формулы прямого и обратного преобразования переменных. Матричные преобразования.
2. 2. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов.

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдаётся экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса. На подготовку ответов отводится 60 минут, на ответ не более 30 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-2} Знает информационные технологии, используемые в науке и технике

Вопросы, задания

1. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения. Идеализированная электрическая машина
2. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Формулы прямого и обратного преобразования переменных
3. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные, преобразование Кларк. Этапы и инварианты преобразования.
4. Формулы прямого и обратного преобразования переменных. Матричные преобразования.
5. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров. Переход к ортогональным координатам по методу двух реакций.
6. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в системе координат α, β . Матричная форма записи
7. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы расчёта электромагнитного момента
8. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей (в относительных единицах)
9. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Переходные процессы при реостатном пуске двигателя с параллельным или независимым возбуждением

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Используя какое соотношение можно определить статическую перегружаемость ($k_{п}$) синхронного турбогенератора при известной номинальной мощности?

Ответы:

- а) $k_{п} \sim 1/\sin\theta$
- б) $k_{п} \sim 1/\sin 2\theta$

в) $k_p \sim 1/x$

г) $k_p \sim 1/x \cdot c$

Верный ответ: а)

2. Электрическая машина имеет встроенный на валу вентилятор. Как соотносятся постоянные времени её нагревания и охлаждения?

Ответы:

а) $T_{охл} > T_{нагр}$

б) $T_{охл} < T_{нагр}$

в) $T_{охл} = T_{нагр}$

Верный ответ: а)

3. Два трансформатора геометрически подобны. Трансформатор номер 1 больше трансформатора номер 2. Как соотносятся постоянные времени нагрева этих двух трансформаторов?

Ответы:

а) $T_1 > T_2$

б) $T_1 < T_2$

в) $T_1 = T_2$

Верный ответ: а)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-3 Применяет методы конструирования и моделирования электрических машин для решения профессиональных задач

Вопросы, задания

1. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Тепловые переходные процессы. Режимы работы электрических машин.

2. Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях

3. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки трансформатора, ударный ток. Воздействие токов короткого замыкания на трансформатор

4. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в неподвижной системе координат.

5. Переходные процессы в асинхронном двигателе при пуске. Влияние параметров на ход переходного процесса

6. Учет нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин (учёт насыщения, вытеснения тока)

7. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением

8. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины

9. Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря

10. Переходный процесс при пуске ДПТ НВ с учётом индуктивности якоря.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какое из перечисленных значений индуктивных сопротивлений в синхронной машине является наибольшим?

Ответы:

а) x''_d

б) x_d

в) x'_d

Верный ответ: б)

2. В каком случае бросок тока в фазе A обмотки статора синхронного генератора, работающего на холостом ходу, при внезапном симметричном коротком замыкании будет больше?

Ответы:

- а) когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было максимальным $\Psi_A = \max$
- б) когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было минимальным (равным нулю) $\Psi_A = 0$

Верный ответ: а)

3. В каком случае бросок тока в фазе A обмотки статора синхронного генератора, работающего на холостом ходу, при внезапном симметричном коротком замыкании будет меньше?

Ответы:

- а) когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы A была максимальной $e_A = \max$
- б) когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы A была равна нулю $e_A = 0$

Верный ответ: а)

4. В каких машинах ударный ток короткого замыкания будет больше?

Ответы:

- а) в машинах с демпферной обмоткой
- б) в машинах без демпферной обмотки
- в) наличие демпферной обмотки не влияет на ударный ток короткого замыкания

Верный ответ: а)

5. Какими явлениями сопровождается работа синхронного генератора при выпадении из синхронизма? (перечислить все явления)

Ответы:

- а) частота вращения ротора уменьшается
- б) токи в обмотке статора увеличиваются
- в) токи в обмотке ротора увеличиваются
- г) появляются дополнительные вибрации из-за возникновения пульсирующего момента
- д) увеличивается нагрев крайних пакетов статора
- е) возникают значительные усилия, действующие на лобовые части обмотки якоря

Верный ответ: б), в), г)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-7_{ПК-3} Владеет базовыми инструментальными средствами создания, моделирования и конструирования электрических машин в электроэнергетике

Вопросы, задания

1. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения
2. Переходные процессы в асинхронных двигателях при реверсе. Влияние параметров на ход переходного процесса
3. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
4. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин
5. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент
6. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Основные базисные величины

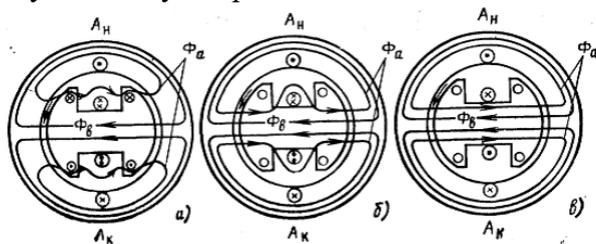
7. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов

8. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов

9. Переходные процессы при пуске ДПТ НВ. Электромагнитный переходный процесс при включении обмотки возбуждения. Пуск и динамическое торможение при допущении об отсутствии индуктивности якоря

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какая картина распределения магнитного поля соответствует переходному индуктивному сопротивлению?

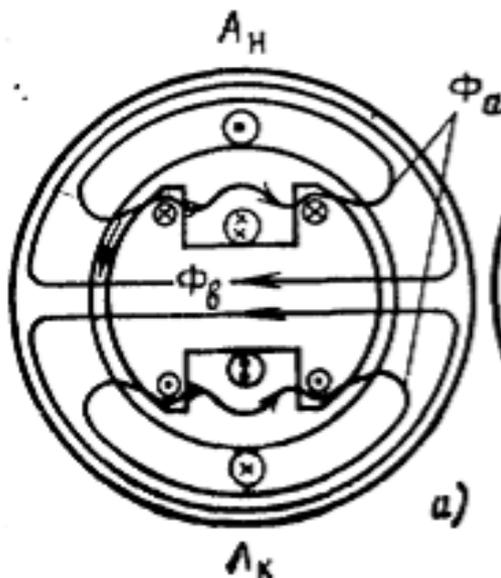


Ответы:

- а
- б
- в

Верный ответ: б

2. Какому сопротивлению соответствует картина распределения магнитного поля в режиме короткого замыкания синхронного генератора?

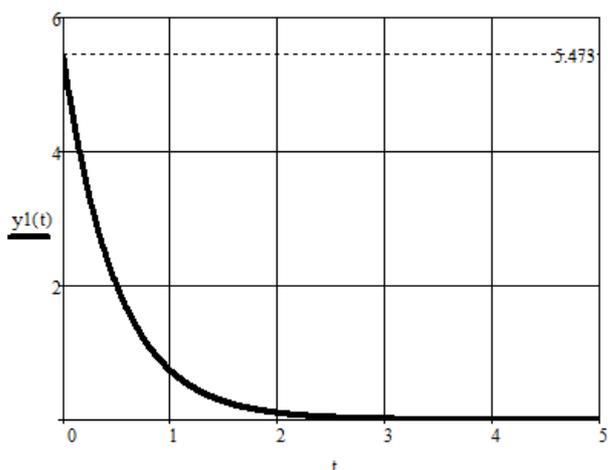


Ответы:

- а) $x''d$
- б) xd
- в) $x'd$

Верный ответ: а)

3. На рисунке изображена кривая некоторого переходного процесса. Чему равна постоянная времени?

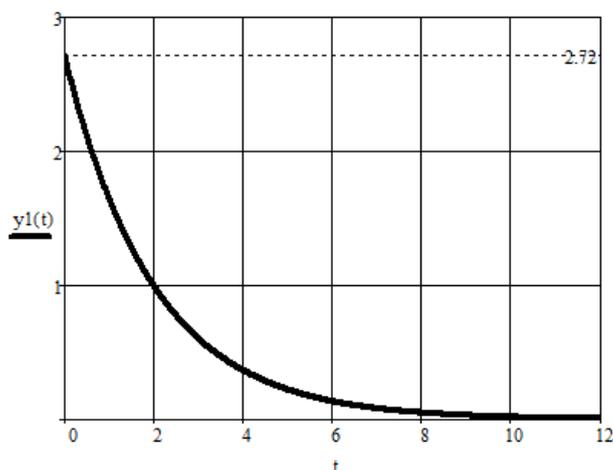


Ответы:

Запишите правильный ответ числом

Верный ответ: 0,5

4. На рисунке изображена кривая некоторого переходного процесса. Чему равна постоянная времени?



Ответы:

Запишите правильный ответ числом

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 75

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: 55

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу