

**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: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электромеханика**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.С. Иванов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

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

(подпись)

А.С. Иванов

(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

(подпись)

М.Я.

Погребисский

(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-5 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования
ИД-3 Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем
ИД-4 Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности
2. ПК-6 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых исследований по заданной методике, выбирать методы исследований, интерпретировать и представлять полученные результаты
ИД-1 Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем
ИД-2 Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)
2. КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
3. КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа)
4. КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %
-------------------	---------------------------------

	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6
	Срок КМ:	4	6	10	12	14	16
Переходные процессы в трансформаторах и электрических машинах, виды и математическое описание процессов.							
Введение. Цели и задачи математического моделирования	+						
Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Обыкновенные дифференциальные уравнения для математического описания переходных процессов.	+						
Тепловые переходные процессы.	+						
Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.							
Переходные процессы в трансформаторах		+					
Математическая модель обобщенной электрической машины							
Методы анализа переходных процессов в электрических машинах.				+			
Пространственные векторы переменных в различных системах координат.				+			
Дифференциальные уравнения электрической машины в различных координатах.				+			
Математическая модель асинхронной машины. Переходные процессы в асинхронных машинах							
Переходные процессы в асинхронных машинах					+		
Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева							
Дифференциальные уравнения синхронных машин						+	
Устойчивость синхронных машин						+	
Переходные процессы в машинах постоянного тока							
Переходные процессы при коммутации в машинах постоянного тока							+
Переходные процессы в машинах постоянного тока.							+
Вес КМ:		10	20	15	30	10	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	16

Выбор главных размеров, расчёт статора и ротора турбогенератора (гидрогенератора)	+			
Расчёт магнитной цепи турбогенератора (гидрогенератора)		+		
Расчёт параметров и характеристик турбогенератора (гидрогенератора)			+	
Графическая часть и оформление работы				+
Вес КМ:	20	30	30	20

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-5	ИД-3 _{ПК-5} Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем	Знать: принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах программные средства моделирования электрических машин Уметь: определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов	КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ (Лабораторная работа) КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
ПК-5	ИД-4 _{ПК-5} Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности	Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов составлять модели электрических машин и	КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ (Лабораторная работа) КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа)

		трансформаторов	
ПК-6	ИД-1 _{ПК-6} Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем	Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов	КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа) КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)
ПК-6	ИД-2 _{ПК-6} Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе	Уметь: моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры	КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа) КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов с использованием компьютерных программ

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Подготовка, оформление и защита лабораторной работы.

Краткое содержание задания:

Решение дифференциальных уравнений с использованием компьютерных программ.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах	1.Какие виды переходных процессов вы знаете? Перечислите. 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?
Знать: программные средства моделирования электрических машин	1.Что такое переходной процесс? Дайте определение 2.Каковы причины возникновения переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах? 3.Что такое постоянная времени (переходного процесса)? Как она (её величина) связана с длительностью переходного процесса? Как определялась постоянная времени τ в лабораторной работе?
Уметь: составлять модели электрических машин и трансформаторов	1.Составить блок-схему с указанием расчетных коэффициентов входных параметров решающих блоков для моделирования $i(t)$ ветви RL с момента отключения напряжения и замыкания схемы. 2.Составить блок-схему с указанием расчетных коэффициентов входных параметров решающих блоков для моделирования $i(t)$ ветви RL с момента отключения напряжения и замыкания схемы. 3.Рассчитать ток $i(t)$ в RL -цепи для $t=5\tau$, $U=220$ В, $L=0,1$ Гн, $R=5$ Ом. 4.Написать уравнение и показать график зависимости $i(t)$ для ветви RL с момента выключения постоянного напряжения

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

КМ-2. КМ-2. Моделирование переходных процессов в трансформаторах

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита лабораторной работы

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		R_k , Вт	P_x , Вт	u_k , %	I_0 , %
							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:

Уметь: использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	1.Создать блок-схему при включении трансформатора на холостом ходу. Выполнить моделирование $i(t)$ и определить максимальное ударное значение тока холостого хода $I_{10\max}$ и амплитуду установившегося тока холостого хода $I_{1\max}$. Занести эти значения в таблицу. 2.Создать блок-схему при внезапном коротком замыкании трансформатора. Выполнить моделирование $i(t)$ и определить ударное значение тока короткого замыкания $I_{k\max}$ и амплитуду установившегося тока короткого замыкания $I_{k\max}$. Занести эти значения в таблицу. Рассчитать по этим значениям ударный коэффициент куд, сравнить с ранее рассчитанным.
---	---

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

КМ-3. КМ-3. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение и защита лабораторной работы

Краткое содержание задания:

Моделирование на ПК дифференциальных уравнений асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и исследование его основных режимов работы.

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:
 $U_H = 220/380$ В, $P_{2H} = 1,7$ кВт; $I_{1H} = 7,5/4,3$ А; $M_H = 17,46$ Н·м; $\cos\phi_H = 0,75$; $\eta_H = 79,5\%$;
 $s_H = 0,07$; $skp = 0,2$; $KI = 4,5$; $Kп = 1,4$; $KM = 1,8$; $2p = 6$; $f = 50$ 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 выполняется для $M_c = 0$, $M_c = M_H$ и $M_c \sim 1,5 M_H$, $\omega_1 = 314$ 1/с, $\omega_k = 0$ и $t = t_{п}$

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического анализа и моделирования несимметричных режимов работы электрических машин и трансформаторов	1. В чем заключается преобразование системы ДУ к виду, удобному для моделирования на ПК? 2. Какие системы координат использовались для моделирования электрических машин? 3. Как перейти от моделирования в системе координат α, β к системе координат u, v ? В каких случаях для исследования переходного процесса в электрической машине удобна система координат α, β , а в каких система – u, v ? 4. В каком режиме определялась перегрузочная способность АД? 5. Каким образом моделировался режим КЗ? 6. Объяснить, почему в момент включения АД в сеть $M_{п} = 0$, а по статической характеристике $M_{п} \neq 0$? 7. По каким графикам и как определить критическое скольжение skp ?
Уметь: определять причины неисправностей электрических машин и трансформаторов	1. Как изменить направление вращения асинхронного двигателя в модели? Продемонстрируйте. 2. Как осуществить генераторный режим работы асинхронной машины в модели? Продемонстрируйте. 3. Как рассчитать активную и реактивную мощности асинхронной машины в модели? Продемонстрируйте.

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: 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. КМ-4. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения индивидуального задания

Краткое содержание задания:

Рассчитать параметры схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным, собрать Т-образную схему замещения асинхронного двигателя в программном комплексе, используя библиотеку физических элементов, построить семейство статических механических характеристик асинхронного двигателя, провести анализ влияния параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса и на вид статической и динамической характеристик

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать режимы работы электрических машин и трансформаторов и характеризующие их параметры	1. Определите коэффициенты Куд, Куд.М и КИ 2. Рассчитайте ударный момент асинхронного двигателя 3. Для своего варианта электрической машины (таблица 1), используя справочные данные, рассчитать параметры Т-образной схемы замещения. [Справочник. Асинхронные двигатели серии 4А /А.Д. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболевская. М.: Энергоиздат, 1982 504 с. Принять активное сопротивление ветви намагничивания $r_m = (0,08-0,2)$ о.е. 4. Собрать Т-образную схему замещения асинхронного двигателя в программном комплексе, используя библиотеку физических элементов (активных и реактивных сопротивлений, источников тока и напряжения и т.п.). Предусмотреть измерители тока, напряжения и мощности в ветвях схемы замещения и устройства наблюдения измеренных значений. Задавшись номинальным значением скольжения, получить в модели значения КПД, коэффициента мощности, токов статора и ротора, момента. Сравнить эти значения с каталожными данными. Убедиться в правильности расчёта параметров схемы замещения. 5. используя компьютерной модель, построить статическую механическую характеристику асинхронного двигателя. 6. Задать вентиляторную нагрузку двигателя с номинальными моментом и частотой вращения равными соответствующим номинальным значениям для исследуемого двигателя. Сравнить переходные процессы при пуске с нагрузкой вентиляторным моментом и постоянным номинальным моментом. Сравнить динамические механические характеристики, кривые изменения тока, частоты вращения и момента во времени. Оценить длительность переходного процесса, ударные значения, количество колебаний.
--	--

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: 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. КМ-5. Переходные процессы в синхронных машинах

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование

Краткое содержание задания:

Выберите правильный вариант ответа

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	1. В каком случае бросок тока в фазе A обмотки статора синхронного генератора, работающего на холостом ходу, при внезапном симметричном коротком замыкании будет больше? ” когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было максимальным $\Psi_A = \max$ ” когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы A было минимальным (равным нулю) $\Psi_A = 0$ 2. Используя какое соотношение можно определить статическую перегружаемость ($k_{п}$) синхронного турбогенератора при известной номинальной мощности? ” $k_{п} \sim 1/\sin\theta$ ” $k_{п} \sim 1/\sin 2\theta$ ” $k_{п} \sim 1/x_c$ ” $k_{п} \sim 1/x'_{c}$ 3. В каких машинах ударный ток короткого замыкания будет больше? ” в машинах с демпферной обмоткой ” в машинах без демпферной обмотки ” наличие демпферной обмотки не влияет на ударный ток короткого замыкания 4. Какими явлениями сопровождается работа синхронного генератора при выпадении из
--	--

	синхронизма? (перечислить все явления) “ частота вращения ротора уменьшается “ токи в обмотке статора увеличиваются “ токи в обмотке ротора увеличиваются “ появляются дополнительные вибрации из-за возникновения пульсирующего момента “ увеличивается нагрев крайних пакетов статора “ возникают значительные усилия, действующие на лобовые части обмотки якоря
--	---

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: 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-6. КМ-6. Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока.

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

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

Краткое содержание задания:

Провести моделирование двигателя постоянного тока с постоянными магнитами и оценить влияние параметров двигателя на ход переходных процессов.

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; $2p = 4$; $2a = 2$; $C_e = 16,5$; $C_m = 158$; $\Phi_n = 80 \cdot 10^{-4}$ 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:	моделировать	1. Напишите систему ДУ для переходного
динамические	режимы	электромеханического процесса двигателя

электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров	постоянного тока 2.Смоделируйте переходной процесс при изменении момента инерции двигателя 3.Смоделируйте переходной процесс при изменении потока возбуждения двигателя 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: 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

Пример билета

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

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

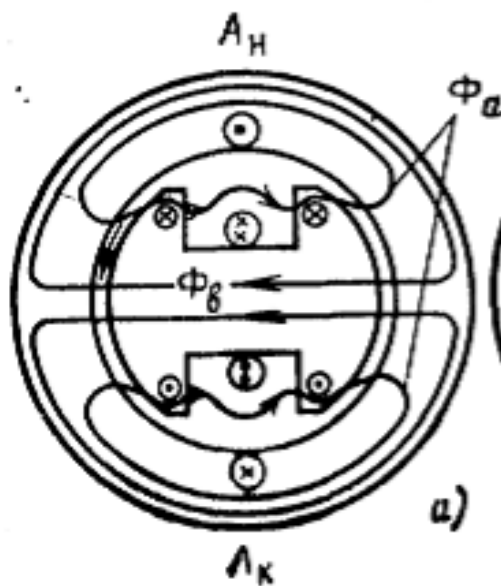
1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-5 Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем

Вопросы, задания

1. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения
2. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки трансформатора, ударный ток. Воздействие токов короткого замыкания на трансформатор
3. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения. Идеализированная электрическая машина
4. Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря
5. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент
6. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей (в относительных единицах)
7. 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. Какому сопротивлению соответствует картина распределения магнитного поля в режиме короткого замыкания синхронного генератора?



Ответы:

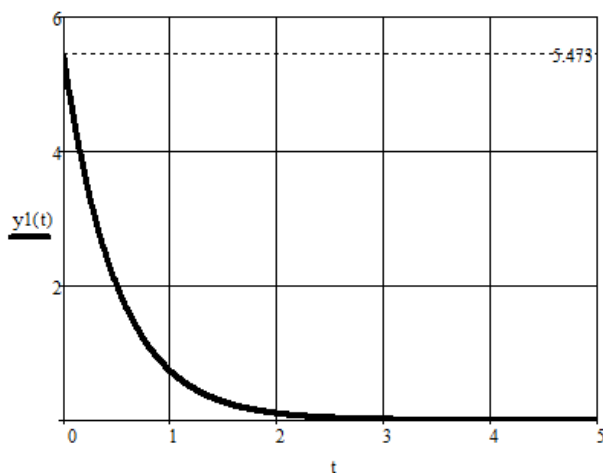
а) $x''d$

б) xd

в) $x'd$

Верный ответ: а)

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

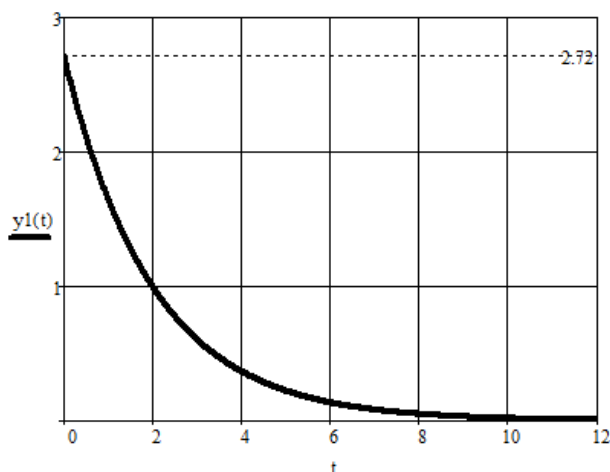


Ответы:

Запишите правильный ответ числом

Верный ответ: 0,5

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



Ответы:

Запишите правильный ответ числом

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-5 Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях
2. Формулы прямого и обратного преобразования переменных. Матричные преобразования.
3. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров. Переход к ортогональным координатам по методу двух реакций.
4. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в системе координат α, β . Матричная форма записи
5. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы расчёта электромагнитного момента
6. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин
7. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Основные базисные величины
8. Переходный процесс при пуске ДПТ НВ с учётом индуктивности якоря.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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)

2. Электрическая машина имеет встроенный на валу вентилятор. Как соотносятся постоянные времени её нагрева 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)

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-6 Знает основные этапы исследования и проектирования электротехнических устройств, электромеханических и электротехнологических систем

Вопросы, задания

1. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Формулы прямого и обратного преобразования переменных
2. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные, преобразование Кларк. Этапы и инварианты преобразования.
3. Переходные процессы в асинхронных двигателях при реверсе. Влияние параметров на ход переходного процесса
4. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
5. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины
6. 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. 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 максимальна $e_A = \max$
- б) когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы A было равно нулю $e_A = 0$

Верный ответ: а)

2. 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) $k_{п} \sim 1/x_c$
- г) $k_{п} \sim 1/x'_c$

Верный ответ: а)

3. 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)

4. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-6 Выбирает и применяет методы анализа и расчета электромеханических устройств, электротехнологического оборудования и систем на их основе

Вопросы, задания

1. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Тепловые переходные процессы. Режимы работы электрических машин.
2. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в неподвижной системе координат.
3. Переходные процессы в асинхронном двигателе при пуске. Влияние параметров на ход переходного процесса
4. Учет нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин (учёт насыщения, вытеснения тока)
5. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением
6. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов
7. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов

Материалы для проверки остаточных знаний

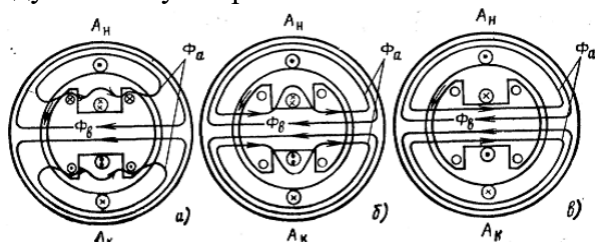
1. Какое из перечисленных значений индуктивных сопротивлений в синхронной машине является наибольшим?

Ответы:

- а) $x''d$
- б) x_d
- в) $x'd$

Верный ответ: б)

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



Ответы:

- а
- б
- в

Верный ответ: б)

3. В каком случае бросок тока в фазе А 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 А было максимальным $\Psi_A = \max$
б) когда в момент возникновения короткого замыкания потокосцепление фазы А было минимальным (равным нулю) $\Psi_A = 0$
Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

7 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита курсового проекта проводится в устной форме в виде доклада и ответа на вопросы с демонстрацией разработанных чертежей и результатов расчёта. Время на доклад и ответы на вопросы – 20 минут

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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: 70

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.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих