

**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**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Анализ неустановившихся процессов в электрических машинах и  
трансформаторах**

**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	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

(подпись)

С.В.  
Ширинский

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

М.Г. Киселев

(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 проводить работы по обработке технической информации и результатов исследований, ее анализу и применению для проектирования объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

2. ПК-7 Способен участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике и анализировать полученные результаты

ИД-1 Применяет основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, использует компьютер для обработки информации

ИД-3 Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-1 Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в программном комплексе Matlab-Simulink (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-6 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-4 Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса» (Расчетно-графическая работа)

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

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	6	8	10	12	14

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.	+					
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						
История создания обобщенной теории электрических машин. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения, применяемые при анализе. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные. Этапы и инварианты преобразования. Формулы обратного преобразования переменных. Матричные преобразования. Дифференциальные уравнения электрической машины в фазовых координатах. Переход к ортогональным координатам. Неподвижная и вращающиеся системы координат. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в различных системах координат. Преобразования Кларк и преобразования Парка. Матричная форма записи системы дифференциальных уравнений. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы электромагнитного момента. Дифференциальные уравнения баланса моментов (движения ротора) для генератора и электродвигателя. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя.			+			

Математическая модель асинхронного конденсаторного двигателя. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей.						
Переходные процессы в асинхронных машинах						
Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в различных системах координат. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске, реверсе и изменении нагрузки на валу. Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса. Динамическая механическая характеристика. Ударный ток включения и ударный момент асинхронного двигателя. Переходный процесс при пуске двигателя переключением схемы «звезда» - «треугольник». Учёт нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин. Моделирование генераторного режима асинхронной машины. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением.				+		
Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева.						
Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины. Переходный процесс при внезапном трёхфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря. Электродинамические силы при коротком замыкании. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельные синхронизирующие мощность и момент. Качания ротора синхронной машины. Моменты, действующие на ротор. Роль демпферной (успокоительной) обмотки. Выпадение синхронной машины из синхронизма, асинхронный режим синхронной машины, ресинхронизация.					+	
Переходные процессы в машинах постоянного тока. Дифференциальные уравнения машин постоянного тока.						
Дифференциальные уравнения машин постоянного тока и их связь с уравнениями установившихся режимов. Переходные процессы при включении обмотки возбуждения, пуске и набросе нагрузки двигателей с различными типами возбуждения. Динамические режимы пуска, торможения, реверса и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока. Влияние параметров двигателя постоянного тока на ход переходного процесса.						+
Вес КМ:	10	20	15	30	10	15

§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-5	ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Использует приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов	Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах Уметь: моделировать электрические машины и трансформаторы	КМ-2 Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Лабораторная работа) КМ-3 Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе (Лабораторная работа)
ПК-7	ИД-1 <sub>ПК-7</sub> Использует основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, использует компьютер для обработки информации	Знать: технические средства для измерения основных параметров переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах Уметь: рассчитывать переходные процессы в электрических машинах и трансформаторах	КМ-4 Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса» (Расчетно-графическая работа) КМ-6 Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока. (Лабораторная работа)

ПК-7	ИД-3 <sub>ПК-7</sub> Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов	<p>Знать:</p> <p>принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах</p> <p>Уметь:</p> <p>использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов</p>	<p>КМ-1 Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в программном комплексе Matlab-Simulink (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-5 Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)</p>
------	---	--	--

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

### КМ-1. КМ-1 Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в программном комплексе Matlab-Simulink

**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:

Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в программном комплексе Matlab&Simulink.

Решение дифференциальных уравнений в Matlab/

#### 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. Напишите дифференциальное уравнение переходного процесса в форме Коши для $RL$ -ветви. 2. Решите дифференциальное уравнение высшего порядка с ненулевыми начальными условиями используя средства Matlab и Matlab&Simulink.
---	--

#### 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-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:

Моделирование переходных процессов в трансформаторе



**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: моделировать электрические машины и трансформаторы	<p>1. Создать с помощью Simulink блок-схему при включении трансформатора на холостом ходу. Выполнить моделирование <math>i(t)</math> и определить максимальное ударное значение тока холостого хода <math>I_{0max}</math> и амплитуду установившегося тока холостого хода <math>I_{max}</math>. Занести эти значения в таблицу.</p> <p>2. Создать с помощью Simulink блок-схему при внезапном коротком замыкании трансформатора. Выполнить моделирование <math>i(t)</math> и определить ударное значение тока короткого замыкания <math>I_{к max}</math> и амплитуду установившегося тока короткого замыкания <math>I_{к max}</math>. Занести эти значения в таблицу. Рассчитать по этим значениям ударный коэффициент <math>k_{уд}</math>, сравнить с ранее рассчитанным.</p>
---	--

**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-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

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	<p>1. В чем заключается преобразование системы ДУ к виду, удобному для моделирования на ПК?</p> <p>2. Какие системы координат использовались для моделирования электрических машин?</p> <p>3. Как перейти от моделирования в системе координат <math>\alpha, \beta</math> к системе координат <math>u, v</math>? В каких случаях для исследования переходного процесса в электрической машине удобна система координат <math>\alpha, \beta</math>, а в каких</p>
--	--

**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:** Проверка задания

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

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка выполнения индивидуального расчётного задания

**Краткое содержание задания:**

Рассчитать параметры схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным, собрать Т-образную схему замещения асинхронного двигателя в *MATLAB&Simulink*, 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:**

<p>Знать: технические средства для измерения основных параметров переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Объясните назначение элементов структурной схемы</li> <li>2.Каким образом определялось время пуска АД?</li> <li>3.По каким графикам и как определить критическое скольжение <math>s_{кр}</math>?</li> </ol>
---	--

**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: принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах

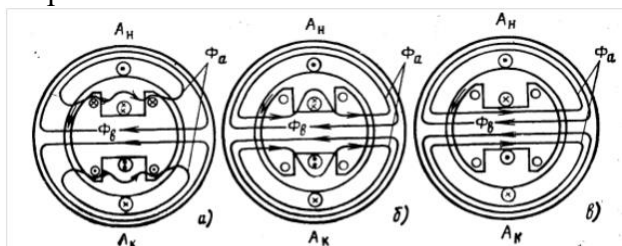
1. Какое из перечисленных значений индуктивных сопротивлений в синхронной машине является наибольшим?

•  $x''_d$

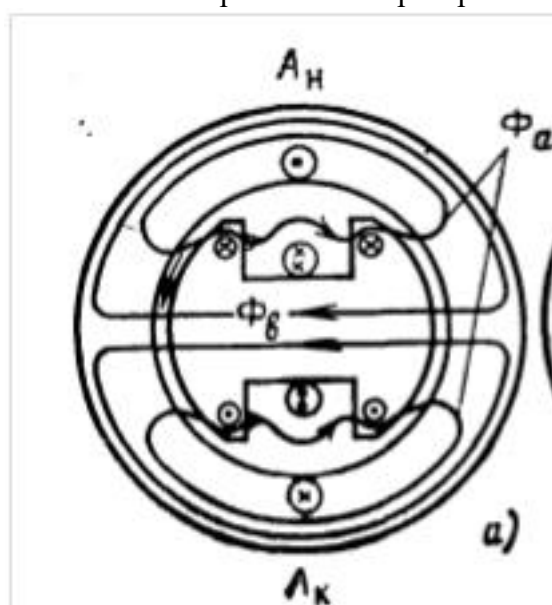
•  $x_d$

•  $x'_d$

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



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



•  $x''_d$

•  $x_d$

•  $x'_d$

4. 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)  $\Psi_A = 0$

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

• когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы  $A$  была максимальна  $e_A = \max$

• когда в момент возникновения короткого замыкания ЭДС фазы  $A$  было равно нулю  $e_A = 0$

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

•  $k_{п} \sim 1/\sin\theta$

•  $k_{п} \sim 1/\sin 2\theta$

•  $k_{п} \sim 1/x_c$

•  $k_{п} \sim 1/x'_c$

7. 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

8. 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

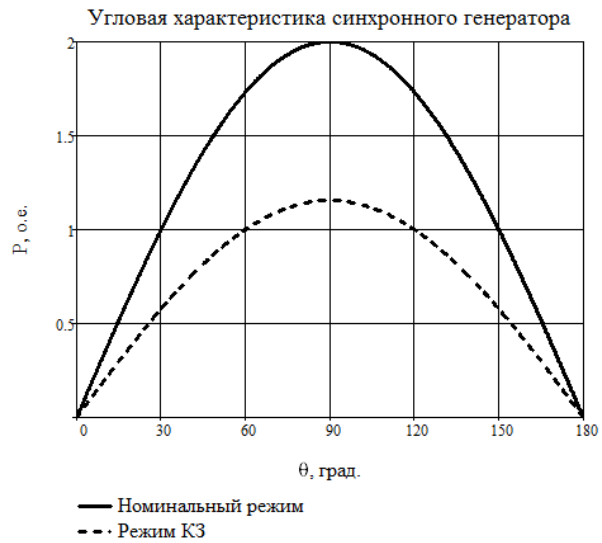
• увеличивается нагрев крайних пакетов статора

• возникают значительные усилия, действующие на лобовые части обмотки якоря

9. Сохранит ли устойчивость в динамическом режиме синхронный турбогенератор при коротком замыкании в линии электропередачи для случая, изображенного 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 -  $U_{кз} - 0,5775$  о.е.;



“ генератор сохранит устойчивость и будет устойчиво работать в новой точке с углом нагрузки 60 градусов  
“ генератор не сохранит устойчивость и выпадет из синхронизма

#### 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-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

#### Краткое содержание задания:

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

#### Контрольные вопросы/задания:

<p>Уметь:                    рассчитывать  переходные            процессы            в  электрических        машинах            и  трансформаторах</p>	<p>1.Напишите систему ДУ для переходного электромеханического процесса двигателя постоянного тока  2.Смоделируйте переходной процесс при изменении момента инерции двигателя  3.Смоделируйте переходной процесс при изменении потока возбуждения двигателя</p>
--	--

**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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске. Статическая и динамическая характеристики.
2. Переходные процессы в асинхронном двигателе при пуске. Влияние параметров на ход переходного процесса.
3. Задача

### Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдаётся билет с двумя вопросами. На подготовку ответа отводится 60 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-5 Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов

### Вопросы, задания

1. Электромагнитный момент синхронной явнополюсной машины.
2. Дифференциальные уравнения Парка-Горева для синхронных машин.
3. Математическая модель асинхронного генератора с самовозбуждением.
4. Переходные процессы в асинхронных двигателях при реверсе. Влияние параметров на ход переходного процесса.
5. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Тепловые переходные процессы. Режимы работы электрических машин
6. Дифференциальные уравнения трансформатора и их связь с комплексными уравнениями установившихся режимов. Физический смысл параметров в дифференциальных уравнениях
7. Формулы прямого и обратного преобразования переменных. Матричные преобразования
8. Дифференциальные уравнения обобщенной машины в системе координат  $\alpha, \beta$ . Матричная форма записи.
9. Переходные процессы в асинхронном двигателе при пуске. Влияние параметров на ход переходного процесса.
10. Преобразование многофазных обмоток в эквивалентные двухфазные, преобразование Кларк. Этапы и инварианты преобразования

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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)

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

Ответы:

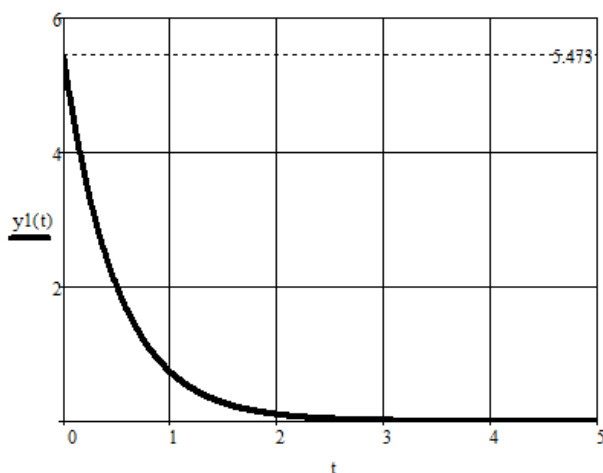
а)  $T_1 > T_2$

б)  $T_1 < T_2$

в)  $T_1 = T_2$

Верный ответ: а)

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

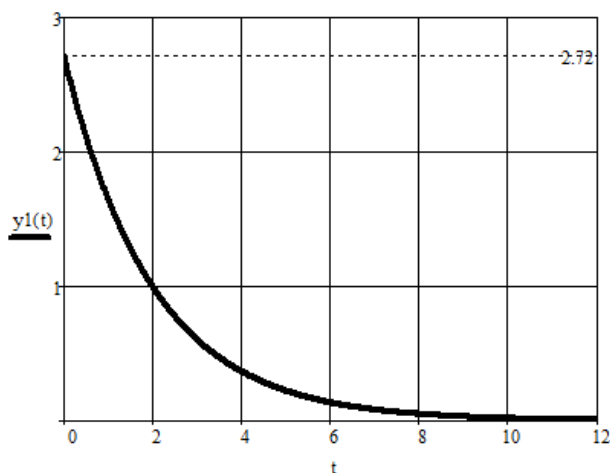


Ответы:

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

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-7 Применяет основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, использует компьютер для обработки информации

### Вопросы, задания

1. Переходные процессы в асинхронных двигателях при пуске. Статическая и динамическая характеристики.



2. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Связь дифференциальных уравнений с уравнениями установившихся режимов.
3. Способы улучшения коммутации в машинах постоянного тока. Назначение добавочных полюсов и компенсационной обмотки.
4. Причины искрения в машинах постоянного тока. Виды коммутации.
5. Использование относительных единиц в обобщенной теории электрических машин. Основные базисные величины.
6. Качания ротора синхронной машины. Моменты, действующие на ротор. Роль демпферной (успокоительной) обмотки.
7. Статическая и динамическая устойчивость синхронной машины. Удельная синхронизирующая мощность и момент.
8. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
9. Учет нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин (учёт насыщения, вытеснения тока).
10. Дифференциальные уравнения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Переходные процессы при реостатном пуске двигателя с параллельным или независимым возбуждением.
11. Переходный процесс при пуске ДПТ НВ с учётом индуктивности якоря.
12. Причины возникновения и виды переходных процессов в асинхронных машинах. Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в неподвижной системе координат.

### 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 максимальной  $e_A = \max$   
 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. 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-3ПК-7 Разрабатывает упрощенные модели электромеханических преобразователей энергии и протекающих в них процессов

### Вопросы, задания

1. Переходные процессы при пуске ДПТ НВ. Электромагнитный переходный процесс при включении обмотки возбуждения. Пуск и динамическое торможение при допущении об отсутствии индуктивности якоря.
2. Коммутация в машинах постоянного тока: электромагнитные явления при коммутации, ЭДС в коммутируемой секции, причины искрения.
3. Дифференциальные уравнения синхронных двигателей с постоянными магнитами и синхронных реактивных двигателей (в относительных единицах).
4. Переходный процесс при внезапном трехфазном коротком замыкании синхронного генератора. Переходные и сверхпереходные индуктивные сопротивления обмотки якоря.
5. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора, влияние насыщения
6. Внезапное короткое замыкание вторичной обмотки трансформатора, ударный ток. Воздействие токов короткого замыкания на трансформатор
7. Волновые переходные процессы и перенапряжения в трансформаторах
8. Методы анализа переходных процессов в электрических машинах. Допущения. Идеализированная электрическая машина
9. Пространственные векторы переменных в различных системах координат. Формулы прямого и обратного преобразования переменных
10. Дифференциальные уравнения эквивалентной двухфазной машины в фазовых координатах. Физический смысл параметров. Переход к ортогональным координатам по методу двух реакций
11. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы расчёта электромагнитного момента.

### Материалы для проверки остаточных знаний

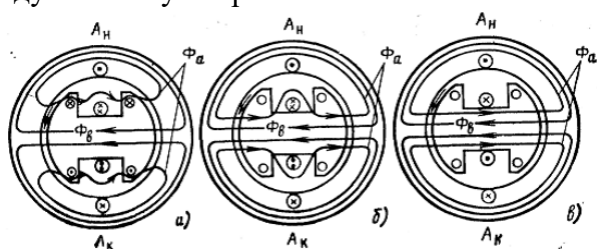
1. Какое из перечисленных значений индуктивных сопротивлений в синхронной машине является наибольшим?

Ответы:

- а)  $x''d$
- б)  $x_d$
- в)  $x'd$

Верный ответ: б)

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

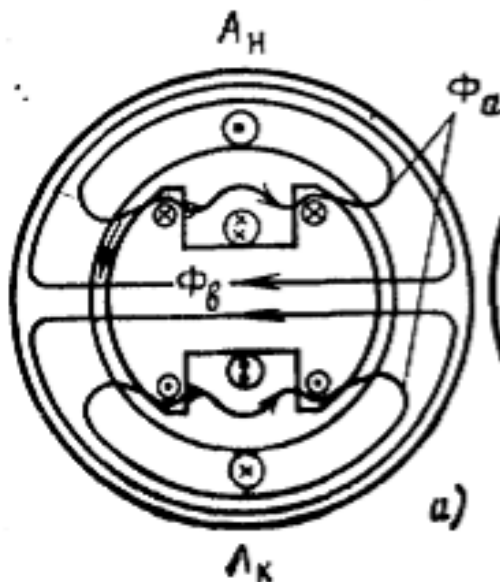


Ответы:

- а
- б
- в

Верный ответ: б

3. 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

4. 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

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

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*

*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.