

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

Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 48 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Проверочная работа Контрольная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

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	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

(подпись)

И.С. Козьмина

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение теоретических вопросов математического моделирования электрических машин и трансформаторов, изучение методов анализа переходных процессов в электрических машинах на основе их математических моделей

Задачи дисциплины

- изучение основных понятий и подходов к моделированию вращающихся электрических машин;
- изучение особенностей протекания переходных процессов в различных электрических машинах и влияния параметров электрических машин на ход переходного процесса;
- овладение навыками составления математических моделей и систем дифференциальных уравнений, описывающих поведение электрической машины;
- приобретение навыков обоснованного выбора математической модели, системы координат и формы записи при моделировании электрических машинах;
- освоение методов анализа разного рода переходных процессов в электрических машинах.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способность принимать участие в решении исследовательских задач в рамках реализации научного проекта	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.
ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	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: - составлять модели электрических машин и трансформаторов.
ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		параметров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование в электроэнергетике и электротехнике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы.	17	3	8	-	2	-	-	-	-	-	7	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы." <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: «Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 317-318 [4], часть 1</p>	
1.1	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.	17		8	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-
2	Дифференциальные	17		8	-	2	-	-	-	-	-	-	7		-

	уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.													Проработка лекции <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах." <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: «Моделирование переходных процессов в трансформаторах» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 25 [4], часть 2 [5], глава 15
2.1	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.	17	8	-	2	-	-	-	-	-	7	-		
3	Математическая модель обобщенной электрической	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Самостоятельное изучение</u>	

	в асинхронных двигателях. Учёт нелинейных изменений параметров при математическом моделировании электрических машин. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя.													
5	Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева	21	8	-	4	-	-	-	-	-	9	-		<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева и подготовка к контрольной работе"
5.1	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	21	8	-	4	-	-	-	-	-	9	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], глава 26 [2], глава 35 [6], главы 71, 72, 73

	реактивных двигателей												
6	Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока.	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока."</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока.". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: «Исследование переходных процессов в двигателе постоянного тока»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], часть 4</p>
6.1	Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Динамические режимы пуска, торможения, реверса и регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	48	-	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	48	-	16		2		-	0.5		77.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы.

1.1. 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.

2. Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.

2.1. 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.

3. Математическая модель обобщенной электрической машины

3.1. 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.

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 Кларка и преобразования Парка. Матричная форма записи системы дифференциальных уравнений. Электромагнитный момент в обобщенной теории электрических машин. Формулы электромагнитного момента. Дифференциальные уравнения баланса моментов (движения ротора) для генератора и электродвигателя.

4. Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя. Переходные процессы в асинхронных машинах

4.1. 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 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. Математическая модель однофазного асинхронного двигателя. Математическая модель асинхронного конденсаторного двигателя.

5. Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева

5.1. 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 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.

6. Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока.

6.1. Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Динамические режимы пуска, торможения, реверса и регулирования частоты вращения двигателей 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.

3.3. Темы практических занятий

1. Изучение инструментальных средств моделирования переходных процессов в расчетном программном комплексе;
2. Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин;
3. Моделирование переходных процессов в трансформаторах;
4. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе;
5. Исследование переходных процессов в асинхронном конденсаторном двигателе;
6. Исследование вхождения в синхронизм синхронного двигателя;
7. Исследование пусковых, синхронизирующих и рабочих свойств синхронных микродвигателей;
8. Исследование переходных процессов двигателя постоянного тока.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическая модель обобщенной электрической машины"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя. Переходные процессы в асинхронных машинах"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
принципы математического описания процессов, происходящих в электрических машинах и трансформаторах	ИД-4ПК-2	+						Проверочная работа/Моделирование переходных процессов в трансформаторах
методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования переходных процессов в электрических машинах и трансформаторах	ИД-2ПК-3			+				Проверочная работа/Моделирование асинхронного электродвигателя
программные средства моделирования электрических машин	ИД-7ПК-3				+			Контрольная работа/Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса
Уметь:								
использовать современные программные средства для расчета переходных процессов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях электрических машин и трансформаторов	ИД-4ПК-2						+	Проверочная работа/Моделирование машин постоянного тока
составлять модели электрических машин и трансформаторов	ИД-2ПК-3		+					Контрольная работа/Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин
моделировать динамические режимы электрических машин с учётом нелинейности и взаимного влияния параметров	ИД-7ПК-3					+		Тестирование/Переходные процессы в синхронных машинах

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов по направлениям "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2010 . – 350 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 978-5-469-01381-5 .;
2. Токарев, Б. Ф. Электрические машины : Учебное пособие для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Б. Ф. Токарев . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 624 с. - ISBN 5-283-00595-X .;
3. Копылов, И. П. Математическое моделирование электрических машин : Учебник для электротехнических и энергетических специальностей вузов / И. П. Копылов . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2001 . – 327 с. - ISBN 5-06-003861-0 .;
4. Иванов, А. С. Переходные процессы в электрических машинах : практикум по курсу "Переходные процессы в электрических машинах" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. С. Иванов, Ю. А. Мощинский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 67 с. - ISBN 978-5-7046-1927-7 .
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10085;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10085)

5. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 1", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>;
6. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 2", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SimInTech (студенческая версия).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-409, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	3-203/5, Кабинет сотрудников каф. "ТОЭ"	стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного	3-403/5б, Помещение каф.	стул, шкаф

инвентаря	"ТОЭ"	
-----------	-------	--

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование электрических машин

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Моделирование переходных процессов в трансформаторах (Проверочная работа)
- КМ-2 Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин (Контрольная работа)
- КМ-3 Моделирование асинхронного электродвигателя (Проверочная работа)
- КМ-4 Влияние параметров асинхронного двигателя на ход переходного процесса (Контрольная работа)
- КМ-5 Переходные процессы в синхронных машинах (Тестирование)
- КМ-6 Моделирование машин постоянного тока (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14	16
1	Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы.							
1.1	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.		+					
2	Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах.							
2.1	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.						
3	Математическая модель обобщенной электрической машины						
3.1	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.			+			
4	Дифференциальные уравнения асинхронного двигателя. Переходные процессы в асинхронных машинах						
4.1	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.				+		
5	Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева						
5.1	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					+	
6	Дифференциальные уравнения машин постоянного тока. Переходные процессы в машинах постоянного тока.						
6.1	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