

**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**


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

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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 <sub>ПК-2</sub> 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 <sub>ПК-3</sub> 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 <sub>ПК-3</sub> 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><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>                      Проработка лекции  <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды переходных процессов в трансформаторах и электрических машинах. Математическое описание переходных процессов. Тепловые переходные процессы."  <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> 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»  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [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 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Дифференциальные уравнения трансформатора. Переходные процессы в трансформаторах." <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> 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» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>	



	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	-		<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> 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	-		<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Переходные процессы в синхронных машинах. Дифференциальные уравнения Парка-Горева" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [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	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "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	16	8	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> 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» <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], часть 4
	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. Исследование переходных процессов двигателя постоянного тока;
3. Исследование пусковых, синхронизирующих и рабочих свойств синхронных микродвигателей;
4. Исследование вхождения в синхронизм синхронного двигателя;
5. Исследование переходных процессов в асинхронном конденсаторном двигателе;
6. Исследование переходных процессов в асинхронном двигателе;
7. Моделирование переходных процессов в трансформаторах;
8. Особенности моделирования переходных процессов в ветвях электрических машин.

### **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	
<b>Знать:</b>								
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
<b>Уметь:</b>								
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](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	З-203/5, Кабинет сотрудников каф. "ТОЭ"	стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного	З-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