

**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: Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ**  
**СИСТЕМ**


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 43,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

---

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Липай Б.Р.
	Идентификатор	R8a549539-LipaiBR-275b674e


Б.Р. Липай

---

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

---


	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Боровкова А.М.
	Идентификатор	Ra5e5ea5f-BorovkovaAM-0b2d7cd

А.М. Боровкова

---

Заведующий выпускающей  
кафедрой

---

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

О.Е.  
Кондратьева

---

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов построения математических моделей электромеханических устройств и систем

### Задачи дисциплины

- ознакомление обучающихся с основными видами моделей;  
изучение поведения моделей компонентов электромеханических систем в установившихся и переходных режимах работы;  
изучение принципов и методов имитационного компьютерного моделирования электромеханических систем;  
приобретение навыков самостоятельного построения комплексных математических и компьютерных моделей электромеханических устройств и систем..

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-5 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует понимание принципов основных видов преобразования энергии	знать: - теорию подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров;; - основные понятия моделирования, виды моделей;.  уметь: - осуществлять моделирование механических систем;; - строить эквивалентные схемы электротехнических устройств и систем;.
ПК-5 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	знать: - особенности моделирования нелинейных элементов; - особенности моделирования переходных процессов;; - основные методы построения моделей электротехнических устройств и систем;.  уметь: - осуществлять моделирование электромеханических систем; - осуществлять моделирование электрических машин;; - осуществлять моделирование преобразователей электрической энергии;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике (далее – ОПОП), направления

подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 2 зачетных единицы, 72 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	1	11	8	2	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [3], гл. 1, стр. 3-11 [4], гл. 1, стр. 6-17 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.п. 1-2, стр. 48-60 [2], гл. 1, стр. 3-11 [3], гл. 1, стр. 6-17 [4], гл. 1, стр. 6-17		
1.1	Основные понятия моделирования. Виды моделей. Фазовые переменные. Теория подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров. Построение эквивалентных схем.	11		2	2	-	-	-	-	-	-	7	-			
2	2	14		2	2	-	-	-	-	-	-	-	10		-	
2.1	Моделирование электромеханических преобразователей. Математическая модель обобщенной электрической машины. Моделирование асинхронной и синхронной электрической машины.	14		2	2	-	-	-	-	-	-	-	10		-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [1], §§ 2.1-2.3, стр. 39-52 [3], п. 2.1, стр. 13-24 [4], п.п. 2.1-2.3, стр. 17-50 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 2.1, стр. 13-24 [3], п.п. 2.1-2.3, стр. 17-50 [4], п.п. 2.1-2.3, стр. 17-50
3	3	11		2	2	-	-	-	-	-	-	-	7		-	
3.1	Моделирование преобразователей электрической	11	2	2	-	-	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [3], п. 2.2, стр. 24-26 [4], п.п. 3.4, 3.8, стр. 99-103, 115-123 <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>		

	энергии. Особенности моделирования нелинейных элементов.												<b><u>источников:</u></b> [2], п. 2.2, стр. 24-26 [3], п.п. 3.4, 3.8, стр. 99-103, 115-123 [4], п.п. 3.4, 3.8, стр. 99-103, 115-123
4	4	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [3], п. 3.3, стр. 52-55 [4], п. 2.7, стр. 80-89
4.1	Моделирование систем электроснабжения.	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 3.3, стр. 52-55 [3], п. 2.7, стр. 80-89 [4], п. 2.7, стр. 80-89
5	5	17.7	4	4	-	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> [1], §§ 2.5, 2.6, стр. 58-68 [3], п. 3.1, стр. 39-46
5.1	Моделирование асинхронного электропривода. Взаимное влияние компонентов электромеханической системы друг на друга.	17.7	4	4	-	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 3.1, стр. 39-46
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>43.7</b>	-
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	-	-	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>43.7</b>	

**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. 1

1.1. Основные понятия моделирования. Виды моделей. Фазовые переменные. Теория подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров. Построение эквивалентных схем.

#### 2. 2

2.1. Моделирование электромеханических преобразователей. Математическая модель обобщенной электрической машины. Моделирование асинхронной и синхронной электрической машины.

#### 3. 3

3.1. Моделирование преобразователей электрической энергии. Особенности моделирования нелинейных элементов.

#### 4. 4

4.1. Моделирование систем электроснабжения.

#### 5. 5

5.1. Моделирование асинхронного электропривода. Взаимное влияние компонентов электромеханической системы друг на друга.

### **3.3. Темы практических занятий** не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Моделирование электромеханических преобразователей энергии;
2. Моделирование преобразователей электрической энергии;
3. Моделирование асинхронного электропривода;
4. Моделирование системы электроснабжения автономного объекта;
5. Моделирование механических подсистем электромеханических систем.

### **3.5 Консультации**

### **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	
<b>Знать:</b>							
основные понятия моделирования, виды моделей;	ИД-1ПК-5	+					Лабораторная работа/КМ-1
теорию подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров;	ИД-1ПК-5	+	+				Лабораторная работа/КМ-2
основные методы построения моделей электротехнических устройств и систем;	ИД-2ПК-5			+			Лабораторная работа/КМ-3
особенности моделирования переходных процессов;	ИД-2ПК-5					+	Лабораторная работа/КМ-5
особенности моделирования нелинейных элементов	ИД-2ПК-5				+		Лабораторная работа/КМ-4
<b>Уметь:</b>							
строить эквивалентные схемы электротехнических устройств и систем;	ИД-1ПК-5		+				Лабораторная работа/КМ-2
осуществлять моделирование механических систем;	ИД-1ПК-5	+					Лабораторная работа/КМ-1
осуществлять моделирование преобразователей электрической энергии;	ИД-2ПК-5			+			Лабораторная работа/КМ-3
осуществлять моделирование электрических машин;	ИД-2ПК-5				+		Лабораторная работа/КМ-4
осуществлять моделирование электромеханических систем	ИД-2ПК-5					+	Лабораторная работа/КМ-5



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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 (Лабораторная работа)
2. КМ-2 (Лабораторная работа)
3. КМ-3 (Лабораторная работа)
4. КМ-4 (Лабораторная работа)
5. КМ-5 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Веников, В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики) : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / В. А. Веников . – 2-е изд., доп. и перераб . – М. : Высшая школа, 1976 . – 479 с.;
2. Липай, Б. Р. Компьютерные модели электромеханических систем : Учебное пособие по курсу "Моделирование электромеханических систем", по направлению 551300 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Б. Р. Липай, С. И. Маслов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 80 с. - ISBN 5-7046-0792-6 .;
3. Липай, Б. Р. Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем / Б. Р. Липай, С. И. Маслов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 191 с. - ISBN 978-5-383-01081-5 .;
4. Маслов С.И.- "Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. LTSpice.

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

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

2. **Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации** - <https://minobrnauki.gov.ru>

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-416, Учебная аудитория	тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-619, Учебная аудитория	стол учебный, стул, шкаф, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-603/1, Лаборатория электротехнических комплексов	стол преподавателя, стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-619, Учебная аудитория	стол учебный, стул, шкаф, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-612/1, Преподавательская каф. "ЭКАОиЭТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-608/1, Аудитория каф. "ЭКАОиЭТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, 3D-принтер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Математическое моделирование электромеханических систем

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 (Лабораторная работа)

КМ-2 КМ-2 (Лабораторная работа)

КМ-3 КМ-3 (Лабораторная работа)

КМ-4 КМ-4 (Лабораторная работа)

КМ-5 КМ-5 (Лабораторная работа)

## Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	11	13
1	1						
1.1	Основные понятия моделирования. Виды моделей. Фазовые переменные. Теория подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров. Построение эквивалентных схем.		+	+			
2	2						
2.1	Моделирование электромеханических преобразователей. Математическая модель обобщенной электрической машины. Моделирование асинхронной и синхронной электрической машины.			+			
3	3						
3.1	Моделирование преобразователей электрической энергии. Особенности моделирования нелинейных элементов.				+		
4	4						
4.1	Моделирование систем электроснабжения.					+	
5	5						
5.1	Моделирование асинхронного электропривода. Взаимное влияние компонентов электромеханической системы друг на друга.						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20