

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: Электрооборудование автомобилей и тракторов

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.08.11 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 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 - 115,7 часов; |
| 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 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


Б.Р. Липай

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Румянцев М.Ю. |
| | Идентификатор | R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f |

(подпись)


М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Румянцев М.Ю. |
| | Идентификатор | R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f |

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

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-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электронных и электромеханических систем | ИД-1 _{ПК-7} Составляет и анализирует модели аналогии механической поступательной и вращательной системы | знать: - основные понятия моделирования, виды моделей; уметь: - осуществлять моделирование механических систем; |
| ПК-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электронных и электромеханических систем | ИД-2 _{ПК-7} Составляет и анализирует модели электромеханических преобразователей на основе обобщенной электрической машины | знать: - теорию подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров; уметь: - осуществлять моделирование электрических машин; |
| ПК-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электронных и электромеханических систем | ИД-3 _{ПК-7} Составляет и анализирует модели преобразователей электрической энергии | знать: - особенности моделирования нелинейных элементов. уметь: - осуществлять моделирование преобразователей электрической энергии; |
| ПК-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электронных и электромеханических систем | ИД-4 _{ПК-7} Составляет и анализирует модель системы электроснабжения | знать: - особенности моделирования переходных процессов; уметь: - строить эквивалентные схемы электротехнических устройств и систем; |
| ПК-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электронных и электромеханических систем | ИД-5 _{ПК-7} Составляет и анализирует модель электропривода | знать: - основные методы построения моделей электротехнических устройств и систем; |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--------------------------------|--|--|
| электромеханических систем | | уметь: - осуществлять моделирование электромеханических систем. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрооборудование автомобилей и тракторов (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 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 | 1 | 26 | 8 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> [3], гл. 1, стр. 3-11 [4], гл. 1, стр. 6-17 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 1, стр. 3-11 [2], п.п. 1-2, стр. 48-60 [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. | 26 | | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 22 | - | | | |
| 2 | 2 | 28 | | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 24 | | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> [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 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 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 |
| 2.1 | Моделирование электромеханических преобразователей. Математическая модель обобщенной электрической машины. Моделирование асинхронной и синхронной электрической машины. | 28 | | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 24 | | - | |
| 3 | 3 | 26 | | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 22 | | - | |
| 3.1 | Моделирование преобразователей электрической | 26 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 22 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> [3], п. 2.2, стр. 24-26 [4], п.п. 3.4, 3.8, стр. 99-103, 115-123 <u>Изучение материалов литературных</u> | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|--|
| | энергии. Особенности моделирования нелинейных элементов. | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [1], 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 | 32 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 24 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> [3], п. 3.3, стр. 52-55 [4], п. 2.7, стр. 80-89 |
| 4.1 | Моделирование систем электроснабжения. | 32 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 24 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 3.3, стр. 52-55 [3], п. 2.7, стр. 80-89 [4], п. 2.7, стр. 80-89 |
| 5 | 5 | 31.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 23.7 | - | <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> [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. | 31.7 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | 23.7 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 3.1, стр. 39-46 |
| | Зачет с оценкой | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 14 | 14 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 115.7 | - |
| | Итого за семестр | 144.0 | 14 | 14 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 115.7 | - |

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

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 | |
| Знать: | | | | | | | |
| основные понятия моделирования, виды моделей; | ИД-1ПК-7 | + | | | | | Лабораторная работа/КМ-1 |
| теорию подобия и метод аналогии фазовых переменных и параметров; | ИД-2ПК-7 | | + | | | | Лабораторная работа/КМ-2 |
| особенности моделирования нелинейных элементов | ИД-3ПК-7 | | | + | | | Лабораторная работа/КМ-3 |
| особенности моделирования переходных процессов; | ИД-4ПК-7 | | | | + | | Лабораторная работа/КМ-4 |
| основные методы построения моделей электротехнических устройств и систем; | ИД-5ПК-7 | | | | | + | Лабораторная работа/КМ-5 |
| Уметь: | | | | | | | |
| осуществлять моделирование механических систем; | ИД-1ПК-7 | + | | | | | Лабораторная работа/КМ-1 |
| осуществлять моделирование электрических машин; | ИД-2ПК-7 | | + | | | | Лабораторная работа/КМ-2 |
| осуществлять моделирование преобразователей электрической энергии; | ИД-3ПК-7 | | | + | | | Лабораторная работа/КМ-3 |
| строить эквивалентные схемы электротехнических устройств и систем; | ИД-4ПК-7 | | | | + | | Лабораторная работа/КМ-4 |
| осуществлять моделирование электромеханических систем | ИД-5ПК-7 | | | | | + | 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. 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 .;
2. 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.;
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 | Д-416, Учебная аудитория | тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | М-619, Учебная аудитория | стол учебный, стул, шкаф, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный |
| 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 |
| 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 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 |