

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
МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.02.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3; 7 семестр - 5; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 51,7 часа; 7 семестр - 113,5 часов; всего - 165,2 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	6 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа; всего - 0,8 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров В.Г.
	Идентификатор	Rbfa2851c-KomarovVG-b07f6fea

В.Г. Комаров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe309

М.Ю.
Румянцев

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe309

М.Ю.
Румянцев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение методов целенаправленного выбора математического описания устройств электрической тяги, необходимого для их моделирования при исследовании и разработке, а также оптимальных способов и инструментов экспериментального определения количественных характеристик выбранного описания.

Задачи дисциплины

- приобретение навыков математического описания устройств электрической тяги и выбора модели в зависимости от цели исследования или разработки;
- освоение приёмов и инструментов экспериментального построения моделей устройств электрической тяги.

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-6 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	ИД-2 _{ПК-6} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	знать: - принципы построения и функционирования систем тягового электроснабжения; - основы теории подобия для упрощения математического описания и анализа объекта. уметь: - рассчитывать требуемые режимы работы тягового электрооборудования; - разбираться в функционировании систем тягового электрооборудования; - определять ограничения режимов работы подвижного состава.
ПК-6 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	ИД-5 _{ПК-6} Выполняет анализ электромеханических систем и их элементов	знать: - виды моделей, которые применяются в исследованиях и разработках устройств электрической тяги; - характеристики и режимы работы основного оборудования устройств электрической тяги. уметь: - создавать модели исследуемых и проектируемых устройств электрической тяги для оценки параметров, характеристик и функционирования этих объектов; - определять режимы работы устройств электрической тяги; - обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования.

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 8 зачетных единиц, 288 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	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей	48	6	12	12	-	-	-	-	-	-	24	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей" материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие модели и её роль в процессе
1.1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека.	18		4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
1.2	Цели моделирования. Классификация моделей	30		8	8	-	-	-	-	-	-	14	-	

														познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 3-7
2	Компьютерные системы моделирования	30		8	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Компьютерные системы моделирования"
2.1	Компьютерные системы моделирования	30		8	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Компьютерные системы моделирования" материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Компьютерные системы моделирования и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Компьютерные системы моделирования" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 3-25 [4], 32-46
3	3D-моделирование и САПР	29.7		8	8	-	-	-	-	-	-	13.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "3D-моделирование и САПР"
3.1	3D-моделирование и САПР	29.7		8	8	-	-	-	-	-	-	13.7	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "3D-моделирование и САПР"

													материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу 3D-моделирование и САПР и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "3D-моделирование и САПР" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 3-27
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0		28	28	-	-	-	-	0.3	51.7	-	
	Итого за семестр	108.0		28	28	-	-	-	-	0.3	51.7	-	
4	Событийное и физическое моделирование	72	7	16	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 17-26
4.1	Событийное и физическое моделирование	36		8	8	-	-	-	-	-	20	-	
4.2	Моделирование систем управления	36		8	8	-	-	-	-	-	20	-	
5	Теоретические основы моделирования	72		16	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 8-16
5.1	Теоретические основы моделирования	36		8	8	-	-	-	-	-	20	-	
5.2	Физическое моделирование	36		8	8	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	32	-	-	2	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	32	-	2	-	-	0.5	113.5	-	
	ИТОГО	288.0	-	60	60	-	2	-	-	0.8	165.2	-	

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. Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей

1.1. Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека.

Понятие модели и её роли в познании, предметно-практической деятельности и процессах управления. Соотношение детерминированных и вероятностных процессов и моделей..

1.2. Цели моделирования. Классификация моделей

Моделирование как метод научного исследования, модель как инструмент, разработки, наладки и эксплуатации технического объекта и средство для его управления. Классификации моделей по способу описания объекта и реализации модели.

2. Компьютерные системы моделирования

2.1. Компьютерные системы моделирования

Компьютерная система моделирования, как совокупность программных и аппаратных средств для реализации численно-событийной математической модели. Преимущества компьютерного моделирования. Базовые средства и основные этапы компьютерного моделирования. Имитационное (ситуационное) моделирование. Практическое применение..

3. Событийное и физическое моделирование

3.1. Событийное и физическое моделирование

Моделирование и симуляция комбинаторной и последовательной логики, основанной на машинах состояний и блок-схемах, реагирующих на события. Физическое моделирование механических, гидравлических, электрических, электронных и электромеханических систем..

3.2. Моделирование систем управления

Моделирование систем управления, разработка управляющих кодов для встроенных микроконтроллерных систем управления на основе модели системы..

4. 3D-моделирование и САПР

4.1. 3D-моделирование и САПР

3D-моделирование как технология создания виртуальных объёмных изображений объектов конструирования в САПР. Основные приёмы работы в САПР по созданию объёмных моделей. Принципы безбумажной технологии конструирования и технологической подготовки производства. Дополнительные средства моделирования конструктивных параметров изделий в САПР. Перенос разработанных 3D-моделей в другие системы моделирования..

5. Теоретические основы моделирования

5.1. Теоретические основы моделирования

Процесс создания модели. Подobie разнородных по физическим свойствам технических объектов как метод математического моделирования. Критерии подобия. Системы физических величин как отражение законов природы и анализ размерности..

5.2. Физическое моделирование

Физическое моделирование как экспериментальная модель объекта. Компьютерные технологии как инструмент математического и физического моделирования. Функции цели и факторы..

3.3. Темы практических занятий не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Построение модель конечного автомата для УЭТ с помощью системы Scilab;
2. Построение компьютерной модели электрической цепи для УЭТ с помощью системы Xcos Scilab;
3. Построение 3D-модель детали для УЭТ в САПР «FreeCAD»;
4. Построение компьютерной модели электропривода для УЭТ с помощью Xcos системы Scilab;
5. Построение компьютерной модели движения транспортного средства с помощью системы Scilab.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Компьютерные системы моделирования"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3D-моделирование и САПР"

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:							
основы теории подобия для упрощения математического описания и анализа объекта	ИД-2ПК-6	+					Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
принципы построения и функционирования систем тягового электроснабжения	ИД-2ПК-6	+					Лабораторная работа/Компьютерные системы моделирования Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
характеристики и режимы работы основного оборудования устройств электрической тяги	ИД-5ПК-6			+			Лабораторная работа/Компьютерные системы моделирования Лабораторная работа/Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
виды моделей, которые применяются в исследованиях и разработках устройств электрической тяги	ИД-5ПК-6			+			Лабораторная работа/Компьютерные системы моделирования Лабораторная работа/Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
Уметь:							
определять ограничения режимов работы подвижного состава	ИД-2ПК-6		+	+			Лабораторная работа/Компьютерные системы моделирования

						Лабораторная работа/Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
разбираться в функционировании систем тягового электрооборудования	ИД-2ПК-6		+	+		Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
рассчитывать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-2ПК-6		+	+		Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования	ИД-5ПК-6		+	+		Лабораторная работа/Компьютерные системы моделирования Лабораторная работа/Теоретические основы моделирования
определять режимы работы устройств электрической тяги	ИД-5ПК-6				+	Лабораторная работа/Построение физической модели механической системы для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab
создавать модели исследуемых и проектируемых устройств электрической тяги для оценки параметров, характеристик и функционирования этих объектов	ИД-5ПК-6			+		Лабораторная работа/Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab Лабораторная работа/Событийное и физическое моделирование

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Компьютерные системы моделирования (Лабораторная работа)
2. Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
3. Теоретические основы моделирования (Лабораторная работа)

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
2. Построение физической модели механической системы для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)
3. Событийное и физическое моделирование (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Потемкин, А. Е. Твердотельное моделирование в системе Компас-3D / А. Е. Потемкин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 512 с. + CD-ROM. – (Мастер решений). – ISBN 5-941574-72-X.;
2. Ильинский, Н. Ф. Моделирование в технике : Учебное пособие по курсу "Моделирование в технике" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Ф. Ильинский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 84 с. – ISBN 5-7046-1177-X.;
3. Ерин, С. В. Автоматизация инженерных расчетов с использованием пакета Scilab : практическое пособие / С. В. Ерин, Ю. Л. Николаев. – М. : Русайнс, 2018. – 183 с. – ISBN 978-5-4365-1555-7.;
4. А. А. Штанг, А. В. Мятаж, М. В. Ярославцев- "Моделирование тягового привода в MATLAB Simulink", Издательство: "Новосибирский государственный технический

университет", Новосибирск, 2016 - (48 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575039>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Компас 3D;
2. Scilab;
3. KiCad;
4. AVR Studio.

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 Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
13. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
14. Информιο - <https://www.informio.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-420, Учебная аудитория	рабочее место сотрудника, стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-406, Вычислительный центр	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-611, Научно-учебная лаборатория силовой электроники	стеллаж для хранения инвентаря, стул, лабораторный стенд, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, оборудование для экспериментов, оборудование специализированное, кондиционер, инструменты для практических занятий
Учебные аудитории	Т-406,	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, доска

для проведения промежуточной аттестации	Вычислительный центр	маркерная, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-405, Кабинет сотрудников	стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование устройств электрической тяги

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Теоретические основы моделирования (Лабораторная работа)

КМ-2 Компьютерные системы моделирования (Лабораторная работа)

КМ-3 Построение модели конечного автомата для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	9	14
1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека. Цели моделирования. Классификация моделей				
1.1	Понятие модели и её роль в процессе познания и предметно практической деятельности человека.		+		
1.2	Цели моделирования. Классификация моделей		+	+	
2	Компьютерные системы моделирования				
2.1	Компьютерные системы моделирования		+	+	+
3	3D-моделирование и САПР				
3.1	3D-моделирование и САПР		+	+	+
Вес КМ, %:			30	30	40

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-4 Построение модели электрической цепи для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)

КМ-5 Событийное и физическое моделирование (Лабораторная работа)

КМ-6 Построение физической модели механической системы для УЭТ с помощью приложения Xcos Scilab (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя	4	10	16

	КМ:			
1	Событийное и физическое моделирование			
1.1	Событийное и физическое моделирование	+	+	
1.2	Моделирование систем управления	+	+	
2	Теоретические основы моделирования			
2.1	Теоретические основы моделирования			+
2.2	Физическое моделирование			+
Вес КМ, %:		30	30	40