

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные технологии моделирования в электроэнергетике

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения

Форма обучения: очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	48,25	48,25
Самостоятельная работа	59,75	59,75
Контроль		
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):
доцент кафедры «Электроснабжение и электротехника», доцент, к.п.н., Третьякова М.Н.
(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до **«31» августа 2024 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «08» сентября 2021 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка к самостоятельному решению инженерно-исследовательских задач в электроэнергетике на основе освоения современных технологий моделирования электроэнергетических объектов и систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике», «Современные системы построения и управления релейной защитой».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Инновации в электроэнергетике», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способен управлять деятельностью по эксплуатации средств измерений и информационно-измерительных систем	ПК-3.3. Владеет основами работы со специализированными программами в своей предметной области	Знать: методику моделирования объектов электроэнергетики в прикладной программе Simulink и приложении SimPowerSystems пакета MATLAB
		Уметь: создавать модели адекватные реальным объектам электроэнергетики с помощью интерфейсов программы Simulink и приложения SimPowerSystems пакета MATLAB
		Владеть: навыком исследования различных режимов работы объектов электроэнергетики на моделях, созданных помощью средств программы Simulink и приложения SimPowerSystems пакета MATLAB

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 1 Моделирование в электроэнергетике	Лек.	Задачи, решаемые в электроэнергетике. Виды моделей для изучения электроэнергетических объектов и систем. Этапы развития моделирования. Моделирование как один из основных инструментов развития инновационных направлений электроэнергетики Структурное и имитационное моделирование	3	2	-	-	Комплект тестовых заданий
	Ср.	Изучение теоретического материала по моделированию технических объектов	3	4	-	-	-
Раздел 2 Моделирование объектов электроэнергетики в программе Simulink пакета MATLAB	Лек.	Операционная среда Simulink. Библиотеки Simulink. Моделирование объектов электроэнергетики в программе Simulink.	3	8	-	-	Комплект тестовых заданий
	Пр.	Расчет аварийного режима работы электроустановки с помощью программирования в MATLAB	3	4	-	-	Перечень практических работ
	Пр.	Расчет параметров и разработка структурной модели электроустановки	3	6	-	-	Перечень практических работ

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб.	Исследование режимов работы электроустановки в программе Simulink пакета MATLAB	3	4	-	2	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите практических и лабораторных работ	3	25,75	-	-	-
Раздел 3 Моделирование объектов электроэнергетики с помощью приложения SimPowerSystem программы Simulink пакета MATLAB	Лек.	Основные библиотеки и команды SimPowerSystem	3	6	-	-	Комплект тестовых заданий
	Пр.	Разработка имитационной модели силового трансформатора. Расчет и задание параметров имитационной модели	3	2	-	-	Комплект тестовых заданий
	Лаб.	Исследование рабочих и аварийных режимов силового трансформатора на имитационной модели.	3	4	-	2	Перечень лабораторных работ
	Пр.	Разработка имитационной модели асинхронной машины. Расчет параметров асинхронной машины и задание параметров имитационной модели	3	2	-	-	Комплект тестовых заданий
	Лаб.	Исследование рабочих и аварийных режимов асинхронной машины на имитационной модели	3	4	-	2	Перечень лабораторных работ
	Пр.	Разработка имитационной модели электроустановки	3	2	-	-	Перечень практических работ

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб.	Исследование рабочих и аварийных режимов работы электроустановки на имитационной модели	3	4	-	2	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите практических и лабораторных работ	3	30	-	-	-
	ПА	Зачет	3	0,25	-	-	-
Итого:				108	-		

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются:

- технология традиционного обучения в форме лекций, практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы по изучению теоретического материала и оформлению отчетов о выполнении лабораторных и практических работ;
- интерактивные образовательные технологии в форме обсуждения на лабораторных занятиях между членами команды (бригады) методов решения поставленных задач и оценке полученных результатов.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Для практического знакомства обучающихся с технологиями моделирования объектов электроэнергетики и электротехники используется пакет прикладных программ MATLAB, который имеет универсальное назначение и широко применяется для решения различных инженерных задач.

В ходе выполнения лабораторных и практических работ предусматривается освоение обучающимися:

- технологии моделирования в среде Simulink программы MATLAB;
- методики составления и описания основных объектов электроэнергетики и электротехники в среде SimPowerSystems.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3	Практические работы №1 - №5 Лабораторные работы №1 – №4 Тестовые задания №1 – №100 Вопросы к зачету №1 – №60

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

Текущий контроль знаний осуществляется при защите обучающимися отчетов лабораторных и практических работ, а также в ходе экспресс-тестирования, проводимого на лекционных занятиях.

7.2.1. Перечень отчетов по практическим работам

(наименование оценочного средства)

Практическая работа № 1. Расчет аварийного режима работы электроустановки с помощью программирования в MATLAB.

Практическая работа № 2. Расчет параметров структурной модели электроустановки.

Практическая работа № 3. Расчет параметров имитационной модели силового трансформатора.

Практическая работа № 4. Расчет параметров имитационной модели асинхронной машины.

Практическая работа № 5. Расчет параметров имитационной модели электроустановки.

Типовой пример отчета по практической работе

1. Титульный лист.
 2. Цель работы.
 3. Программа работы.
 4. Результаты расчета.
 5. Выводы (обобщение полученных результатов).
- Список используемых источников.

Краткое описание и регламент выполнения

Обучающиеся выполняют практические работы в соответствии с заданным вариантом. Результаты расчета и разработки структурной или имитационной модели объекта электроэнергетики представляются в форме отчета по практической работе.

Отчет по практической работе выполняется каждым обучающимся индивидуально. Оформляется в печатной форме на листах формата А4.

К защите допускаются обучающиеся, представившие распечатанный отчет по практической работе.

В ходе защиты преподаватель оценивает качество выполнения отчета по практической работе (содержание и оформление).

Преподаватель задает вопросы по теме практической работы и оценивает знание учебного материала, продемонстрированное обучающимся при ответе на вопросы и объяснении полученных результатов.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся за всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, проявившему творческие способности в понимании и изложении вопросов.

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в изложении вопросов.

7.2.2. Перечень отчетов по лабораторным работам

(наименование оценочного средства)

Лабораторная работа № 1. Исследование режимов работы электроустановки на структурной модели.

Лабораторная работа № 2. Исследование силового трансформатора на имитационной модели.

Лабораторная работа № 3. Исследование асинхронной машины на имитационной модели.

Лабораторная работа № 4. Исследование режимов работы электроустановки на имитационной модели.

Типовой пример отчета по лабораторной работе

1. Титульный лист.
 2. Цель работы.
 3. Программа работы.
 4. Результаты работы.
 5. Выводы (обобщение полученных результатов).
- Список используемых источников.

Краткое описание и регламент выполнения

Для выполнения лабораторных работ формируются команды (бригады). Каждая команда (бригада) выполняет лабораторную работу для своего варианта, задаваемого преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым обучающимся индивидуально. Оформляется в печатной форме на листах формата А4.

К защите допускаются обучающиеся, представившие распечатанный отчет по лабораторной работе.

Защита отчета по лабораторной работе производится всеми членами команды (бригады) одновременно. Преподаватель оценивает качество выполнения отчета по лабораторной работе (содержание и форму), представленного каждым из обучающихся членов команды (бригады).

Преподаватель задает вопросы по теме лабораторной работы и оценивает знание учебного материала, продемонстрированное обучающимися при ответе на вопросы и обсуждении полученных результатов исследования.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся за всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, проявившему творческие способности в понимании и изложении вопросов.

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в изложении вопросов.

7.2.3. Тестовые задания

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

1. Что из следующего перечня может использоваться в качестве модели при исследовании или проектировании силового трансформатора?
 - ☐ Фотография
 - ☐ Чертеж
 - ☐ Математическое уравнение
 - ☐ Схема замещения
2. Какой из следующих четырех этапов при исследовании реального объекта путем его имитационного моделирования является первым?
 - о Формализация задачи
 - о Постановка задачи
 - о Интерпретация результатов
 - о Моделирование
3. Какой из следующих четырех этапов при исследовании реального объекта путем его имитационного моделирования является вторым?
 - о Формализация задачи
 - о Постановка задачи
 - о Интерпретация результатов
 - о Моделирование
4. Какой из следующих четырех этапов при исследовании реального объекта путем его имитационного моделирования является третьим?
 - о Формализация задачи
 - о Постановка задачи
 - о Интерпретация результатов
 - о Моделирование
5. Как включается блок Current Measurement, используемый при имитационном моделировании в среде SimPowerSystems?
 - о В разрыв виртуального проводника (линии)
 - о Посредством специального блока
 - о Параллельно виртуального проводника (линии), где проводятся измерения
 - о Нет правильного ответа

Полный комплект тестовых заданий по материалам курса представлен в фонде оценочных средств дисциплины.

Краткое описание и регламент выполнения

Тестирование осуществляется по отдельным темам курса. Тесты выполняются письменно. Оценивается правильность выполнения тестовых заданий.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, выполнившему правильно не менее 80% тестовых заданий.

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, выполнившему правильно менее 80% тестовых заданий.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Области использования имитационного моделирования
2.	Математическое и компьютерное моделирование
3.	Технология работы в окне Simulink
4.	Графический интерфейс пользователя
5.	Технология подготовки модели
6.	Технология визуализации результатов моделирования
7.	Обзор блоков SimPowerSistems
8.	Обзор блоков преобразования сигналов
9.	Обзор моделей источников электрической энергии
10.	Идеальный источник постоянного напряжения
11.	Идеальный источник переменного напряжения
12.	Идеальный источник переменного тока
13.	Управляемые источники напряжения, тока
14.	Трехфазный источник напряжения
15.	Обзор измерительных и контрольных устройств
16.	Измеритель тока
17.	Измеритель напряжения
18.	Мультиметр
19.	Измеритель полного сопротивления
20.	Модели электрических аппаратов
21.	Модели нагрузок
22.	Модели последовательной RLC нагрузки
23.	Модели параллельной RLC нагрузки
24.	Модели трехфазных нагрузок
25.	Задание параметров процесса моделирования
26.	Задание в источнике модели трансформатора напряжения короткого замыкания
27.	Параметры магнитной цепи схемы замещения трансформатора в относительных единицах
28.	Схема замещения трансформатора при коротком замыкании
29.	Рабочие характеристики силового трансформатора
30.	Модели трансформаторов SimPowerSistems MATLAB
31.	Силовой трансформатор с учетом насыщения
32.	Силовой трансформатор без учета насыщения
33.	Модели трехфазных трансформаторов
34.	Окно модели трансформатора для задания параметров
35.	Задание параметров нагрузки трансформатора
36.	Изменение коэффициента мощности силового трансформатора
37.	Вычисление КПД трансформатора при изменении нагрузки
38.	Модели перехода от амплитудных значений к действующим в модели SimPowerSistems
39.	Измерение активной и реактивной мощностей в модели трансформатора

№ п/п	Вопросы к зачету
40.	Постановка задачи исследования режима короткого замыкания трансформатора с использованием имитационной модели
41.	Разработка скрипта для построения характеристик трансформатора
42.	Постановка задачи исследования режимов работы трансформатора с использованием имитационной модели
43.	Анализ внешней характеристики трансформатора $U_2 = f(I_2)$
44.	Модели фильтров
45.	Модели элементов силовой электроники
46.	Т-образная схема замещения асинхронной машины
47.	Г-образная схема замещения асинхронной машины
48.	Модели электрических машин SimPowerSystems MATLAB
49.	Окно модели асинхронной машины для задания параметров
50.	Задание параметров источника питания (Three-Phase Programmable voltage source)
51.	Измерение переменных величин машины через демультиплексор Bus Selector
52.	Измерение напряжения и тока voltage Measurement и Current Measurement
53.	Задание момента нагрузки через блок Step
54.	Построение рабочих характеристик при работе машины в режиме двигателя
55.	Разработка скрипта для построения рабочих характеристик
56.	Анализ рабочих характеристик асинхронного двигателя
57.	Вычисление вращающего момента двигателя на имитационной модели
58.	Вычисление КПД и коэффициента мощности асинхронного двигателя
59.	Снятие характеристик в процессе прямого пуска асинхронного двигателя
60.	Анализ характеристик прямого пуска асинхронного двигателя

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет (устно)	«зачтено»	выставляется автоматически, если зачтены все тесты, проводимые по темам курса и зачтены все отчеты по лабораторным и практическим работам
			выставляется обучающемуся, защитившему все отчеты по лабораторным и практическим работам, продемонстрировавшему при устном ответе на один из вопросов к зачету знание учебного материала курса
		«не зачтено»	выставляется обучающемуся, защитившему не все отчеты по лабораторным и (или) практическим работам, и (или) не продемонстрировавшему при устном ответе на один из вопросов к зачету знание учебного материала курса

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Ощепков А.Ю.	Системы автоматического управления : теория, применение, моделирование в MATLAB	Учебное пособие	2021	ЭБС «IPRbooks»
2	Мастепаненко М. А., Воротников И. Н., Шарипов И. К., Аникуев С. В.	Моделирование в электроэнергетике	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRbooks»
3	Гайдук А. Р. , Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB	Учебное пособие	2023	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кудинов Ю. И.	Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK)	Учебное пособие	2021	ЭБС «Лань»
2	Иванов В. Н.	Применение компьютерных технологий при проектировании электрических схем	Учебник	2017	ЭБС «IPRbooks»
3	Решмин Б. И.	Имитационное моделирование и системы управления	Учебно-практическое пособие	2016	ЭБС «ZNANIUM.COM»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
4	Денисов В.А.	Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Практикум	2016	Метод. кабинет кафедры

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Нохрина Г.Л. Математическое и имитационное моделирование, 2012, Электронный архив УГЛТУ. <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/982/2/Nohrina.pdf>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
3	MathCAD	Акт п/п от 21.07.09 (Гос. Контракт 487 от 28.05.09), бессрочная
4	MATLAB & Simulink	652/2014 от 07.07.2014, бессрочная

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-609)	Стол ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор, процессор, жалюзи
3	Лаборатория "Цифровое моделирование в электроэнергетике» Компьютерный класс. Учебная аудитория для практических работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-601)	Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций.
4	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(Э-603)	Стол ученические компьютерные, стулья, ПК, стол преподавателя, принтеры, доска меловая, жалюзи
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол, стулья, компьютеры
6	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-916)	Стол, стулья, компьютеры