

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

Б1.О.04
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Энергоэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем электроснабжения

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	8	8
Лабораторные	16	16
Практические		
Руководство		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	24,25	24,25
Самостоятельная работа	119,75	119,75
Контроль		
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.п.н., Третьякова М.Н.

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

(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 2021 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «28» сентября 2018 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – овладение технологиями решения исследовательских задач в электроэнергетике и электротехнике методом имитационного компьютерного моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Информатика», «Математические задачи электроэнергетики и электротехники».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «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
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.	Знать: алгоритм критического анализа и виды декомпозиции объектов
		Уметь: критически анализировать проблемные ситуации в профессиональной сфере
		Владеть: навыком декомпозиции профессиональной проблемы на отдельные задачи
	УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (<i>составляет модель, определяет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации</i>)	Знать: принципы системного подхода применительно к решению профессиональных задач
		Уметь: решать профессиональные задачи на основе системного подхода (<i>составлять модель, определять ограничения, вырабатывать критерии, оценивать необходимость дополнительной информации</i>)
		Владеть: навыком применения системного подхода при решении профессиональных задач
	УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач	Знать: методы решения профессиональных задач и методики научного поиска информации
		Уметь: осуществлять поиск информации и выполнять

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		сравнительную оценку методов решения профессиональных задач
		Владеть: навыком отбора эффективных вариантов решения профессиональных задач
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Демонстрирует понимание принципов командной работы (<i>знает роли в команде, типы руководителей, способы управления коллективом</i>)	Знать: принципы командной работы
		Уметь: работать в команде
		Владеть: навыком работы в команде
	УК-3.2. Руководит членами команды для достижения поставленной задачи.	Знать: принципы эффективной деловой коммуникации
		Уметь: распределять функции между членами команды для эффективного решения исследовательской задачи
		Владеть: навыками эффективной деловой коммуникации в процессе решения исследовательских задач
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.	Знать: назначение, состав и основные принципы работы современных систем имитационного компьютерного моделирования
		Уметь: составлять имитационные модели объектов электроэнергетики и электротехники в программах соответствующего прикладного назначения
		Владеть: навыками исследования объектов электроэнергетики и электротехники путем имитационного компьютерного моделирования
	ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.	Знать: основные формы представления результатов исследования, нормативные документы и требования к оформлению отчетных материалов

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>Уметь: оформлять отчеты о результатах выполненной работы в соответствии с требованиями нормативных документов</p>
		<p>Владеть: навыками создания и защиты отчетов о результатах выполненной работы</p>

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 Этапы развития моделирования и имитационные модели	Лек.	Этапы развития моделирования. Место имитационного моделирования	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
		Математическое моделирование.	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
	Лек.	Линейные и нелинейные модели	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
		Компьютерное имитационное моделирование	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
	Ср.	Изучение теоретического материала по моделированию технических объектов	2	20	-	-	-
Раздел 2 Библиотека блоков SimPowerSystem	Лек.	Источники электрической энергии	2	0,5	-	-	Комплект тестовых заданий
		Измерительные и контрольные устройства	2	0,5	-	-	Комплект тестовых заданий
		Электротехнические элементы	2	0,5	-	-	Комплект тестовых заданий
		Элементы силовой электроники	2	0,5	-	-	Комплект тестовых заданий

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек.	Электрические машины	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
		Управление моделированием	2	1	-	-	Комплект тестовых заданий
	Ср.	Знакомство с библиотеками SimPowerSystem	2	40	-	-	-
Раздел 3 Исследование режимов работы силового трансформатора методом имитационного моделирования	Лаб.	Разработка имитационной модели силового трансформатора	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Расчет и задание параметров имитационной модели	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Исследование рабочих и аварийных режимов	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Снятие, построение и анализ характеристик	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите лабораторных работ	2	29,75	-	-	-
Раздел 4 Исследование режимов работы асинхронной	Лаб.	Разработка имитационной модели асинхронной машины	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
машины методом имитационного моделирования	Лаб.	Расчет параметров асинхронной машины и задание параметров имитационной модели	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Исследование рабочих и аварийных режимов	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Лаб.	Снятие, построение и анализ характеристик	2	2	-	0,5	Перечень лабораторных работ
	Ср.	Оформление и подготовка к защите лабораторных работ	2	30	-	-	-
	ПА	Зачет	2	0,25	-		-
Итого:				144	-		

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются:

- технология традиционного обучения в форме лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы по изучению теоретического материала и оформлению отчетов о выполнении лабораторных 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 имитационным моделированием 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 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
2	УК-1	Лабораторные работы №1 – №4
2	УК-3	Лабораторные работы №1 – №4
2	ОПК-2	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 работ, а также в ходе экспресс-тестирования, проводимого на лекционных занятиях.

7.2.1. Перечень отчетов по лабораторным работам

(наименование оценочного средства)

Лабораторная работа №1. Расчет параметров имитационной модели силового трансформатора.

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

Лабораторная работа №3. Расчет параметров модели асинхронной машины.

Лабораторная работа №4. Исследование асинхронной машины 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.

7.2.2. _____ 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?
 - o Формализация задачи
 - o Постановка задачи
 - o Интерпретация результатов
 - o Моделирование
3. Какой из следующих четырех этапов при исследовании реального объекта путем его имитационного моделирования является вторым?
 - o Формализация задачи
 - o Постановка задачи
 - o Интерпретация результатов
 - o Моделирование
4. Какой из следующих четырех этапов при исследовании реального объекта путем его имитационного моделирования является третьим?
 - o Формализация задачи
 - o Постановка задачи
 - o Интерпретация результатов
 - o Моделирование
5. Как включается блок Current Measurement, используемый при имитационном моделировании в среде SimPowerSystems?
 - o В разрыв виртуального проводника (линии)
 - o Посредством специального блока
 - o Параллельно виртуального проводника (линии), где проводятся измерения
 - o 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 2

№ 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

№ п/п	Вопросы к зачету
39.	Измерение активной и реактивной мощностей в модели трансформатора
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	
2	зачет (устно)	«зачтено»	выставляется автоматически, если зачтены все тесты, проводимые по темам курса и зачтены все отчеты по лабораторным работам
			выставляется обучающемуся, защитившему все отчеты по лабораторным работам и при устном ответе на один из вопросов к зачету продемонстрировавшего знание учебного материала курса
		«не зачтено»	выставляется обучающемуся, защитившему не все отчеты по лабораторным работам и (или) при устном ответе на один из вопросов к зачету не продемонстрировавшего 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	Решмин Б. И.	Имитационное моделирование и системы управления	Учебно-практическое пособие	2016	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Гайдук А. Р. , Беляев В. Е., Пьявченко Т. А.	Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»
3	Иванов В. Н.	Применение компьютерных технологий при проектировании электрических схем	Учебник	2017	ЭБС «IPRbooks»

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	Денисов В. А., Третьякова М.Н.	Теория и переходные процессы электромагнитных устройств и электромеханических преобразователей энергии	Учебное пособие	2014	Репозиторий ТГУ
2	Денисов В. А., Третьякова М.Н.	Динамические системы автоматического управления	Учебно-методическое пособие	2011	91
3	Исаев Ю. Н.,	Практика использования системы	Учебное пособие	2013	ЭБС «IPRbooks»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
	Купцов А. М.	MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей			
4	Денисов В.А.	Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Практикум	2016	Методический 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	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия – бессрочно; договор № 727 от 20.07.2016г., 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 курсовых работ). Учебная аудитория для	Стол� ученические двухместные (моноблок), стол ученический трехместный моноблок, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра, экран, проектор,

№ 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
	проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(Э-609)	процессор, жалюзи
2	Лаборатория «Энергосбережение и энергосберегающие технологии». 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-610)	Столы ученические четырехместные, стол преподавательский , стул преподавательский , доска аудиторная (меловая) , компьютерные Столы, лабораторные стенды, экран проектора, проектор, вводной автомат электроэнергии, компьютер в сборе ,промышленный компьютер в сборе ., жалюзи
3	Лаборатория «Производство и передача электроэнергии». 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-201)	Столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенд лаборат., столы лаборатор, шкаф, жалюзи
4	Лаборатория «Информационно-измерительные системы». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (Э-607)	Столы ученические, стенды лабораторные, стулья, столы преподавателя, осциллограф С1-117/1, шкафы с оборудованием, жалюзи
5	Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет