

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

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования электротехнических систем

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.06.01 Электро- и теплотехника

направленность (профиль)
Электротехнические комплексы и системы

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 3 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация		
Контактная работа	8	8
Самостоятельная работа	100	100
Контроль		
Итого	108	108

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.т.н., Кретов Д.А.

(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 13.06.01 Электро- и теплотехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до **«30» сентября 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10» сентября 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовить аспиранта к самостоятельному решению инженерно- исследовательских задач в области электротехники на основе изучения современных технологий моделирования электротехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: знания, полученные аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (специалитет, магистратура), а также дисциплины вариативной части по направленности «Электротехнические комплексы и системы» направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника»: «Методика постановки и проведения эксперимента», «Системный подход в диссертационном исследовании».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика)», научная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	—	Знать: основные методы моделирования при исследовании электротехнических систем
		Уметь: выбирать и применять методы теоретических и экспериментальных исследований в области электротехнических систем; наглядно представлять полученные результаты
		Владеть: навыками планирования научных исследований и анализа полученных результатов
ОПК-2 Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	—	Знать: современные информационно-коммуникационные технологии в области электроэнергетики и электротехники; возможности программных комплексов для моделирования процессов и объектов в электротехнике
		Уметь: применять программные комплексы для выполнения расчетов и представления полученных результатов; автоматизировать обработку данных в офисных пакетах

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>тах; уметь осуществлять поиск информации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p>Владеть: принципами организации баз данных; способами статистической обработки результатов моделирования</p>
ОПК-4 Готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности	—	<p>Знать: принципы организации работы исследовательского коллектива; особенности методического обеспечения предметов различных циклов</p> <p>Уметь: планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития; планировать профессиональную деятельность; распределять обязанности между членами коллектива</p> <p>Владеть: навыками организации и планирования профессиональной деятельности, как себя, так и коллектива</p>
ПК-1 Способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области	—	<p>Знать: существующие проблемы и основные современные тенденции развития электротехнических систем</p> <p>Уметь: находить решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования, проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации электротехнических систем</p> <p>Владеть: способностью проводить научно-технические исследования и предлагать новые технологии и методики исследований в области электротехнических систем</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 Моделирование в электротехнике	Лек.	Задачи, решаемые в электротехнике. Виды моделей для изучения электротехнических объектов и систем: электродинамические, аналоговые, гибридные, математические. Исторический ход развития моделирования. Моделирование как один из основных инструментов развития инновационных направлений электротехники	7	2	-	-	
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к лекционным занятиям	7	20	-	-	
Раздел 2 Современные технологии моделирования электротехнических систем	Лек.	Моделирование для инженерно-практических расчётов. Моделирование для решения научных задач исследования отдельных элементов и фрагментов электротехнических систем. Исследование функционирования физических образцов отдельных устройств. Тенденции развития технологий и средств моделирования.	7	2	-	-	-
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к лабораторным занятиям (подготовка отчета к лабораторной работе)	7	20	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Раздел 3 Программные комплексы для решения задач по моделированию в электротехнике	Лаб.	Программные средства по расчёту статических режимов. Программы динамического моделирования с учётом электромагнитных переходных процессов. Программно-аппаратные моделирующие комплексы, функционирующие в режиме реального времени	7	2	-	-	Комплект отчетов по лабораторным работам
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к лабораторным занятиям (подготовка отчета к лабораторной работе)	7	20	-	-	
	Лаб.	Исследование уровней напряжения в промышленных электросетях	7	2	-	-	Комплект отчетов по лабораторным работам
	Ср.	Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации	7	40	-	-	
	ПА	Сдача зачета	7				
Итого:				108			

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Электротехнические комплексы и системы», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- лабораторные работы, выполнение которых позволит обучающимся углубить, расширить, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и выработать навыки профессиональной деятельности;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и лабораторным занятиям, подготовку реферата и его презентации к защите.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить реферат по предлагаемой теме.

6.3. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются, расширяются и закрепляются знания обучающихся по следующим вопросам: моделирование для инженерно- практических расчётов; программные средства по расчёту статических и динамических режимов электротехнических комплексов и систем; программно-аппаратные моделирующие комплексы, функционирующие в режиме реального времени. На лабораторных занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к лабораторным занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- изучить порядок выполнения лабораторной работы;
- оформить отчет по лабораторной работе;
- ответить на контрольные вопросы.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к лабораторным занятиям и написанием реферата. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий

(устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ОПК-1	Отчет по лабораторным работам № 1-4 Вопросы к зачету №№ 1-6
7	ОПК-2	Отчет по лабораторным работам № 1-4 Вопросы к зачету №№ 1-6, 22-25
7	ОПК-4	Отчет по лабораторным работам № 1-4 Вопросы к зачету №№ 26-34
7	ПК-1	Отчет по лабораторным работам № 1-4 Вопросы к зачету №№ 7-21

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Методы математического моделирования электротехнических систем»

7.2.2 Комплект отчетов по лабораторным работам

Лабораторные работы выполняются в компьютерном классе (аудитория Э-601).

1. Лабораторная работа № 1. Моделирование случайных чисел
2. Лабораторная работа № 2. Моделирование случайных чисел с заданным законом распределения
3. Лабораторная работа № 3. Планирование машинных экспериментов

Краткое описание и регламент выполнения

В начале лабораторного практикума преподаватель должен провести вводное занятие, на котором до студентов доводится следующее:

- роль, место и значение лабораторного практикума в процессе изучения данной дисциплины;
- объем лабораторного практикума, порядок подготовки к работам и их выполнения, составления отчета по лабораторной работе, защиты результатов работы;
- условия получения отметки «зачтено» по лабораторному практикуму;
- правила техники безопасности при работе в лаборатории.

При необходимости на вводном занятии могут освещаться и другие вопросы, способствующие повышению эффективности проведения занятий. Лабораторный практикум включает связанные между собой работы, выполнение последующей работы без предыдущей не допускается. При выполнении лабораторных работ обучающийся обязан до начала работы ознакомиться с теоретическими вопросами по рекомендованной литературе и изложенным в методических указаниях материалам.

Экспериментально-практическая часть лабораторной работы считается завершенной после выполнения всего объема работ, приведенных в методических указаниях.

При оформлении отчета по лабораторной работе, в общем случае, должны быть представлены в указанной последовательности следующие разделы:

- 1 Цель работы;
- 2 Схемы установок;

- 3 Порядок или методика выполнения работы;
- 4 Результаты выполненных экспериментальных исследований;
- 5 Обработка результатов эксперимента;
- 6 Анализ результатов и выводы по работе.

При необходимости допускается корректировка названий и содержания разделов отчета, в соответствии с методическими указаниями к лабораторной работе.

Разделы 1, 2 и 3 оформляются обучающимся при подготовке к выполнению лабораторной работы. Получаемые в ходе лабораторной работы результаты фиксируются в 4 разделе отчета. Самостоятельно обработанные результаты эксперимента, анализ результатов и выводы по работе оформляются в разделах 5 и 6 отчета.

Лабораторная работа защищается обучающимся индивидуально после выполнения экспериментально-практической части в полном объеме. Форма защиты регламентируется методическими указаниями к лабораторной работе. В процессе защиты обучающийся должен:

- продемонстрировать знание методики выполнения работы и оборудования, используемого в работе;
- уметь интерпретировать полученные в процессе выполнения работы результаты.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся выполнил и защитил в срок лабораторную работу.
- отметка «не зачтено», если обучающийся не выполнил или не защитил в срок лабораторную работу.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1	По каким признакам различают переменные в математических моделях?
2	Чем различаются прямые и обратные задачи исследования объекта при его моделировании?
3	Как подразделяются дискретные переменные в математических моделях?
4	Поясните свойство адекватности математической модели.
5	Назовите попарно противоположные свойства объектов с точки зрения моделирования.
6	Что представляют собой математические модели на микро-уровне?
7	Что представляют собой математические модели на макро-уровне?
8	Назовите основные электрические и магнитные свойства ЛЭП.
9	Поясните физический смысл параметров ВЛ.
10	Какие уравнения называются уравнениями длинной линии?
11	Как можно вычислить напряжение и ток в произвольной точке на линии?
12	Как получаются уравнения идеальной линии?
13	Как найти параметры П-образной схемы замещения линии?
14	В каких случаях можно пользоваться упрощенными моделями ВЛ?
15	Поясните физический смысл параметров схемы замещения трансформатора.
16	Какой трансформатор называется идеальным и совершенным?
17	Нарисуйте Г-образную схему замещения трансформатора.
18	Как определяются параметры Т-образной схемы замещения трансформатора?
19	Что такое статические характеристики нагрузки?
20	Что такое регулирующий эффект нагрузки?
21	Какие существуют основные виды электрических нагрузок?
22	Какие нагрузки не потребляют реактивной мощности?
23	Как изменяется регулирующий эффект по реактивной мощности асинхронного двигателя при снижении напряжения?
24	Какие математические модели используются для моделирования электрической нагрузки в установившихся режимах?
25	Какие схемы замещения используются для моделирования нагрузки?
26	Как с помощью графов моделируются элементы электрической сети: линия электропередачи, трансформатор и др.?
27	Какой узел схемы электрической сети называется балансирующим?
28	Какой узел схемы электрической сети называется базисным?
29	Какие узлы в схеме электрической сети относят к генераторным узлам?
30	Какие существуют критерии эквивалентности исходной и эквивалентной схем электрических сетей?
31	В каких случаях для расчетов схем электрических сетей удобно использовать четырехполюсники?
32	Какие основные этапы можно выделить в модельном исследовании (построении модели)?
33	Какие существуют два основных способа формирования модели?
34	В чем заключается аналитический способ построения модели?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	зачет	«зачтено»	оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта
		«не зачтено»	оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы

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	Сартаков В. Д.	Математическое моделирование в энергетике и электротехнике	Учебное пособие	2019	ЭБС «Лань»
2	Воротников И. Н., Мастепаненко М. А., Шарипов И. К., Аникуев С. В.	Моделирование в электроэнергетике	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань»
3	Дементьев Ю.Н., Терехин В.Б., Однокопылов И.Г., Рулевский В.М.	Компьютерное моделирование электро-механических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink	Учебное пособие	2018	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	Андреев М.В., Рубан Н. Ю., Гордиенко И. С. [и др.].	Всережимное математическое моделирование релейной защиты электроэнергетических систем	Монография	2016	ЭБС «IPRbooks»
2	Шаталов А.Ф.	Моделирование в электроэнергетике	Учебное пособие	2014	ЭБС «ZNANIUM.COM»
3	Лыкин А. В.	Математическое моделирование электрических систем и их элементов	Учебное пособие	2013	ЭБС «IPRbooks»

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.

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), бессрочно
4	MATLAB & Simulink	Договор №652/2014 от 07.07.2014, срок действия - бессрочно

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 ра-	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жа-

№ 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
	бот). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	люзи.
2	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 Лаборатория Цифровое моделирование в электроэнергетике. (Э-601)	Экран, проектор, ПК, двухместные парты, трехместные столы, стулья ученические, стол для конференций.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Стол, стулья, компьютеры