

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/Т.Р. Змызгова/
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Моделирование в электроэнергетике
(наименование дисциплины)

образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры
13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Цифровые технологии в электроэнергетике

Формы обучения: заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Моделирование в электроэнергетике» составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры Электроэнергетика и электротехника (Цифровые технологии в электроэнергетике), утвержденными:

- для заочной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика «06» сентября 2024 года, протокол № 1

Рабочую программу составил
доцент

С.В. Титов

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Руководитель программы магистратуры

В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической
работе учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления образовательной
деятельности

И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часа)

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		1
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	10	10
Лекции	2	2
Лабораторные работы	4	4
Практические занятия	4	4
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	170	170
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	143	143
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	180

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование в электроэнергетике» относится к учебным дисциплинам Блока 1. Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны обладать базовыми знаниями по электроэнергетике.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для выполнения разделов выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Моделирование в электроэнергетике» является знакомство с основными понятиями теории компьютерного моделирования, использованию математического аппарата для проектирования моделей различного характера, а также работы в современных системах моделирования с целью разработки инновационных компьютерных моделей.

Задачами освоения дисциплины являются:

– сформировать систему основных понятий компьютерного моделирования;

– научить обучающихся оценивать преимущества и недостатки различных видов компьютерного моделирования с помощью того или иного программного обеспечения;

– практическое применение в работе конкретного математического аппарата при исследованиях, проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способен использовать программное обеспечение для моделирования, анализа, расчета и обработки информации, в том числе – с системами искусственного интеллекта (ПК-2).

– Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины

– «Моделирование в электроэнергетике», оцениваются при помощи оценочных средств.

– Планируемые результаты обучения по дисциплине «Моделирование в электроэнергетике» индикаторы достижения компетенций ПК-2, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	– Наименование индикатора достижения компетенции	– Код планируемого результата обучения	– Планируемые результаты обучения	– Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-2}	Знать способы и средства моделирования объектов электроэнергетики	З (ИД-1 _{ПК-2})	Знает: Основы моделирования, способы и выбор моделей применительно к задачам электроэнергетики.	Тестовые вопросы
–	ИД-2 _{ПК-2}	Уметь: обоснованно выбирать оптимальные способы и средства моделирования объектов электроэнергетики.	У (ИД-2 _{ПК-2})	Умеет: выбирать способы и средства моделирования, отвечающие оптимальным условиям, и показывающие достоверную информацию.	Комплект задач для практических занятий
3.	ИД-3 _{ПК-2}	Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований; методами сбора, анализа,	В (ИД-3 _{ПК-2})	Владеет: методами, и программным обеспечением, позволяющими определить параметры	Вопросы для сдачи экзамена –

		расчета и обработки информации.		модели и предсказать свойства оригинала.	
--	--	---------------------------------	--	--	--

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Заочная форма обучения (1 семестр)

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение в компьютерное моделирование	0,5	-	-
2	Моделирование систем электроснабжения	0,5	-	4
3	Основы моделирования систем	0,5	-	-
4	Изолированные однокомпонентные системы	0,5	2	-
5	Расчеты режимов систем электроснабжения	-	2	-
Всего:		2	4	4

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение в компьютерное моделирование.

Основные понятия. Реальный объект и модель. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Программные средства моделирования. Языки моделирования. Классификация компьютерных моделей. Объект и его окружение. Изолированные и открытые модели. Динамические и статические модели. Детерминированные и вероятностные модели.

Тема 2. Моделирование систем электроснабжения.

Моделирование элементов системы электроснабжения. Общая структура физических (электродинамических) моделей электроэнергетических систем. Способы реализации моделей нагрузки и проверки идентичности характеристик модели и оригинала.

Тема 3. Основы моделирования систем.

Симуляция движения. Поточная модель управления. Обзор и классификация моделирующих программ. Понятие о структурном и мультидоменном физическом моделировании. Решатели моделирующих программ.

Тема 4. Изолированные однокомпонентные системы.

Непрерывные модели, непрерывно-дискретные модели, гибридные системы, модели, сводящиеся к динамическим и гибридным системам.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание практического занятия	Норматив времени, час.
			Заочная форма
4	Изолированные однокомпонентные системы	Расчет цепей Маркова. Уравнения частных производных.	2
5	Расчеты режимов систем электроснабжения	Расчет параметров установившихся режимов сетей	2
		Всего	4

4.4. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
			Заочная форма обучения (1 семестр)
2	Моделирование систем электроснабжения	Моделирование схемы электроснабжения для расчёта токов короткого замыкания в сети до 1000 В в среде Electronics Workbench	4
		Всего:	4

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей практической работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Практические занятия по дисциплине посвящены решению задач.

Определяющую роль в изучении дисциплины имеет комплекс лабораторных работ, главной задачей которого является обучение обучающихся в процессе их самостоятельной работы на компьютерах, получение навыков применения современных информационных систем для решения различных профессиональных задач. В процессе такого обучения обучающиеся получают навыки использования различных источников информации, как во внутреннем, так и в международном информационном пространстве, а также наглядно убеждаются в эффективности компьютерных методов решения сформулированных задач. При этом основное внимание уделяется освоению обучающимися современных компьютерных технологий на материале проблемной среды из области их будущей профессиональной деятельности.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к лабораторным работам, к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Заочная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	140
Математические модели ЛЭП. Исследование режима холостого хода ЛЭП . Исследование режимов передачи мощности по ЛЭП	10
Расчет установившегося режима ЭЭС на основе линейных математических моделей	10

Расчет установившегося режима ЭЭС на основе нелинейных математических моделей	10
Математические методы анализа статической устойчивости установившихся режимов ЭЭС	11
Математические методы анализа динамической устойчивости установившихся режимов ЭЭС	11
Математические модели метауровня. Синтез и анализ логических схем	11
Нормальная система дифференциальных уравнений Приведение систем дифференцированных уравнений к нормальной форме. Решения системы дифференцированных уравнений.	11
Матричная форма записи системы линейных дифференцированных уравнений и её решение.	11
Электромагнитные и тепловые процессы в трехфазной подземной кабельной линии электропередачи	11
Расчет нагрева контактного соединения шин	11
Расчет сопротивлений заземлителей Расчет сопротивления одиночного вертикального заземлителя	11
Моделирование трансформаторов тока в режимах с глубоким насыщением магнитопроводов	11
Моделирование электромеханических систем	11
Подготовка к лабораторным занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	1
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	2
Подготовка к экзамену	27
Всего:	170

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Банк задач для практических занятий.
2. Отчеты студентов по лабораторным работам.
3. Перечень вопросов к экзамену.

6.2 Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Экзамен проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. Время, отводимое обучающемуся на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организацион-

ный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.3 Примеры оценочных средств для экзамена.

Примерный список вопросов для экзамена.

1. Понятие моделирования. Общие сведения.
2. Математические модели и их особенности.
3. Классификация математических моделей.
4. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
5. Методы моделирования электрических схем.
6. САПР моделирования электрических схем.
7. Стандарты моделирования электрических схем.
8. Основы моделирования в системе Multisim. Основные элементы интерфейса системы Multisim.
9. Создание электрических схем в системе Multisim из отдельных компонентов. Размещение и соединение элементов.
10. Библиотеки базовых компонентов в системе Multisim.
11. Приборы для исследования схем в системе Multisim: измерители.
12. Приборы для исследования схем в системе Multisim: генераторы.
13. Приборы для исследования схем в системе Multisim: анализаторы,
14. Приборы для исследования схем в системе Multisim: преобразователи.
15. Методы анализа схем в системе Multisim.
16. Система Multisim. Анализ схем по постоянному и переменному току.
17. Система Multisim. Анализ переходных процессов.
18. Система Multisim. Анализ Фурье.
19. Система Multisim. Анализ шумов. Оценка коэффициента шума.
20. Система Multisim. Анализ искажений.
21. Система Multisim. Анализ чувствительности.
22. Система Multisim. Температурный анализ.
23. Основы работы в системе Simulink. Основные элементы интерфейса системы Simulink.
24. Библиотека основных элементов Simulink.
25. Библиотека блоков SimPowerSystems. Блоки Electrical Sources.
26. Библиотека блоков SimPowerSystems. Измерительные и контрольные устройства.
27. Библиотека блоков SimPowerSystems. Блоки Elements.
28. Библиотека блоков SimPowerSystems. Блоки Power Electronics.
29. Библиотека блоков SimPowerSystems. Блоки Machines.

30. Создание пользовательских блоков в системе Simulink.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Лыкин А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: Учеб. пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 134 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com»

2. Лабораторный практикум. Математическое моделирование электрических систем и их элементов / Сост А.В. Лыкин. - Изд-во Новосиб. госуд. техн. ун-та. - Новосибирск, 2003. - 63 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com»

3. Лыкин А. В., Русина Н. О. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: Учебное пособие / Новосиб. госуд. техн. ун-т. - Новосибирск, 1993. - 93 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com»

4. Лыкин А. В. Mathcad в задачах электроэнергетики: Учебное пособие / Новосиб. госуд. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - Доступ из ЭБС «znanium.com»

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Ечмаева, Г.А. Разработка баз данных и приложений. Лабораторный практикум [Текст]: учебно-методическое пособие / Г. А. Ечмаева. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 240 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».

2. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н. В. Голубева. - Москва : Лань, 2016. - 191 с. - Доступ из ЭБС «znanium.com».

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лабораторный практикум по применению ПО MATLAB/SIMULINK для моделирования процессов в электроэнергетике. – Курган, 2021. – 47 с. [Электронный ресурс / Титов С.В. , Ягнин Д.В. – Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2021. – 47 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	https://www.ansys.com/	Программный продукт
2	https://www.mathworks.com/	Программный продукт
3	https://www.solidworks.com/ru	Программный продукт

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации.
Учебная версия NI Multisim (<https://www.ni.com>).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (стенды, плакаты, жидкокристаллический проектор для отображения фильмов по тематике дисциплины, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

12. ДЛЯ МАГИСТРАНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИ- ЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Моделирование в электроэнергетике»

образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры
13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность:
Цифровые технологии в электроэнергетике

Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часа)
Семестр: 1 (заочная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Сущность, цель и виды моделирования, роль компьютеров в процессах моделирования систем электроснабжения, виды систем программных продуктов и их компонентов, расчет электроэнергетических систем с помощью различных ПО (Elcut, Simulink).