

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР
Е.В.

Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Моделирование и оптимизация систем электроснабжения

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоэлектроники и электроэнергетики**
Учебный план g130402-Энерг-23-1.plx
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль): Электроснабжение

Квалификация **Магистр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 64
самостоятельная работа 80
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:
экзамены 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	80	80	80	80
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

кандидат технических наук, Доцент, Рысев Павел Валерьевич

Рабочая программа дисциплины

Моделирование и оптимизация систем электроснабжения

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

составлена на основании учебного плана:

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электроснабжение

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиоэлектроники и электроэнергетики

Зав. кафедрой к.ф.-м.н Рыжаков Виталий Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины «Моделирование и оптимизация систем электроснабжения» – формирование знаний о подходах, методах и средствах моделирования систем электроснабжения.
1.2	Основные задачи дисциплины:
1.3	Изучение подходов и методов моделирования систем электроснабжения;
1.4	Изучение и получение навыков составления математических моделей элементов систем электроснабжения;
1.5	Получение навыков моделирования систем электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП: Б1.О.03	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физико-математические задачи электроэнергетики
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Цифровые технологии в электроэнергетике
2.2.2	Эксплуатация, диагностика и испытания электрооборудования систем электроснабжения
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-2.1:	Демонстрирует навыки применения научно-прикладных исследований в сфере профессиональной деятельности
ОПК-2.2:	Применяет подходы, методы и технологии научно-прикладных исследований в сфере профессиональной деятельности
ОПК-2.3:	Интерпретирует результаты научно-прикладных исследований в сфере профессиональной деятельности применительно к конкретным условиям и представляет их в виде научных статей, докладов на различных публичных мероприятиях, включая международные
ОПК-1.4:	Обладает навыками решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий
ПК-1.2:	Создает математические модели объектов профессиональной деятельности для проведения экспериментальных исследований
ПК-4.2:	Применяет методы расчета параметров различных режимов объектов профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Современные программные комплексы для моделирования систем электроснабжения;
3.1.2	Методы, подходы и технологии моделирования систем электроснабжения;
3.1.3	Математические модели элементов систем электроснабжения;
3.1.4	Методы расчета параметров объектов систем электроснабжения.
3.2	Уметь:
3.2.1	Пользоваться программными комплексами для моделирования систем электроснабжения.
3.2.2	Применять методы моделирования систем электроснабжения;
3.2.3	Создавать математические модели элементов систем электроснабжения;
3.2.4	Рассчитывать параметры объектов систем электроснабжения.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методами моделирования систем электроснабжения;
3.3.2	Навыками работы с программами расчета режима электрической сети
3.3.3	Навыками оптимизации систем электроснабжения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Моделирование установившихся режимов систем электроснабжения					
1.1	Введение. Основные понятия и определения, используемые при моделировании установившихся режимов систем электроснабжения. Основные понятия и определения. Модели нагрузок. Модели генерирующих источников. Базисно-балансирующий узел. Модели линий электропередачи. Модели трансформаторов. Модели компенсирующих устройств. /Лек/	2	4	ОПК-1.4 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.2	Современные программно – вычислительные комплексы для расчёта и анализа установившихся режимов систем электроснабжения и электрических сетей. Общий обзор современных методов программно-вычислительных комплексов расчёта установившихся режимов. Задачи, решаемые с помощью программно-вычислительных комплексов. Подготовка исходных данных для расчёта режима в различных программных комплексах. /Лек/	2	2	ОПК-1.4	Л1.1Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.3	Математические модели установившихся режимов систем электроснабжения. Уравнения установившихся режимов в форме баланса токов и мощностей в декартовой и полярной системах координат. /Лек/	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.4	Методы решения линейных и нелинейных уравнений установившегося режима систем электроснабжения. Метод Гаусса. Метод Зейделя. Метод Ньютона. Укрупнённая схема расчёта установившихся режимов систем электроснабжения. Модификации метода Ньютона. Связь сходимости итерационных процессов расчёта УР ЭЭС и статической апериодической устойчивости /Лек/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	

1.5	Моделирование потерь электрической энергии в системах электроснабжения. Структурный анализ потерь. /Лек/	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.6	Моделирование компенсации реактивной мощности. Решение задачи оптимизации мест размещения и выбора мощности компенсирующих устройств методом неопределенных множителей Лагранжа. /Лек/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.7	Подготовка исходных данных для расчета установившегося режима /Пр/	2	2	ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.8	Расчет и моделирование установившегося режима. Утяжеление. /Пр/	2	4	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.9	Расчет и моделирование зависимости допустимого тока проводников от температуры. Структурный анализ потерь /Пр/	2	2	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.10	Оптимизация выбора мест размещения и мощности компенсирующих устройств в системах электроснабжения /Пр/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
1.11	Оптимизация режима системы электроснабжения по напряжению и реактивной мощности. /Пр/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
	Раздел 2. Моделирование переходных режимов систем электроснабжения					
2.1	Модели генераторов Математические модели. Система координат. Подключение генератора к сети, учет явнопольности статора. Генератор бесконечной мощности. Генератор в модели с постоянной ЭДС. Генератор с учетом цепи возбуждения. Генератор с учетом демпферных обмоток по оси d и q. Генератор в модели Парка. /Лек/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.2Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.2	Модели первичных приводов генераторов Турбины. Регуляторы скорости. Газотурбинные установки. Модель турбины. Модель газопоршневой установки. Модель одновальной парогазовой установки. /Лек/	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.2Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.3	Модели систем возбуждения Системы возбуждения общего назначения. Стандартная модель возбудителя. Модель АРВ пропорционального действия. Модель АРВ-СД. Ограничитель недовозбуждения /Лек/	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.2Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	

2.4	Модели нагрузочных узлов Математические модели нагрузки. Модель статической нагрузки. Модель асинхронной нагрузки. Модель синхронной нагрузки. Запуск синхронного двигателя. АРПН трансформатора. Принцип регулирования напряжения. /Лек/	2	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.2Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.5	Неполнофазные режимы работы систем электроснабжения. Симметричные составляющие. Векторные диаграммы. Неполнофазные режимы в электрических сетях с различными способами заземления нейтрали. /Лек/	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.2Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.6	Моделирование однократного короткого замыкания /Пр/	2	4	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.7	Моделирование короткого замыкания на линии с учетом взаимоиндукции /Пр/	2	4	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.8	Моделирование газотурбинной электростанции /Пр/	2	6	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.9	Моделирование неполнофазного режима линии электропередачи /Пр/	2	2	ОПК-1.4 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л2.1Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.10	/Ср/	2	80	ОПК-1.4 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.11	/Контр.раб./	2	0	ОПК-1.4 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	
2.12	/Экзамен/	2	36	ОПК-1.4 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-1.2 ПК- 4.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Лькин А. В.	Электрические системы и сети: Учебник	Москва: Издательство Юрайт, 2019, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.2	Хрущев Ю. В., Заповодников К. И., Юшков А. Ю.	Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы: Учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2020, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Бобров А.Э., Гиренков В.Н.	Электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения: Учебное пособие	Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2020, электронный ресурс	1
Л2.2	Ананичева С. С., Шелюг С. Н., Котова Е. Н.	Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2022, электронный ресурс	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Ананичева С. С., Шелюг С. Н., Котова Е. Н.	Электрические системы и сети. Примеры и задачи: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019, электронный ресурс	1
Л3.2	Русина А. Г., Сидоркин Ю. М., Лькин А. В., Арестова А. Ю., Бородин Д. Н.	Оптимизация в электроэнергетических системах. Практические занятия: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019, электронный ресурс	1
Л3.3	Антипин Д. П., Мищенко В.В., Бурмистрова Е. А.	Переходные процессы в электроэнергетических системах: методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2020, электронный ресурс	1
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	http://www.garant.ru Информационно-правовой портал Гарант.ру			
Э2	http://www.consultant.ru/ Справочно-правовая система Консультант Плюс			
Э3	https://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека			
Э4	https://www.gpntb.ru/ Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России)			
Э5	http://www.rastrwin.ru/ Сайт разработчиков программного комплекса RASTRWIN3			
Э6	http://regimov.net/forum/ Форум специалистов по расчету режимов электроэнергетических систем			
Э7	http://www.rzia.ru/ Форум специалистов по релейной защите и автоматике электроэнергетических систем			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office;			

6.3.1.2	Операционная система Windows;
6.3.1.3	Программно-вычислительный комплекс RASTR WIN 3 (студенческая версия);
6.3.1.4	Система моделирования MATLAB с пакетами Simulink и SimScape;
6.3.1.5	Система математического моделирования SciLab
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	https://www.studentlibrary.ru Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента»;
6.3.2.2	https://elibrary.ru/ Научная электронная библиотека;
6.3.2.3	https://www.gpntb.ru/ Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России);
6.3.2.4	http://www.garant.ru Информационно-правовой портал Гарант.ру;
6.3.2.5	http://www.consultant.ru/ Справочно-правовая система Консультант Плюс
6.3.2.6	http://www.rastrwin.ru/ Сайт разработчиков программного комплекса RASTRWIN3
6.3.2.7	http://regimov.net/forum/ Форум специалистов по расчету режимов электроэнергетических систем
6.3.2.8	http://www.rzia.ru/ Форум специалистов по релейной защите и автоматике электроэнергетических систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска). Лабораторные аудитории укомплектованы персональными компьютерами с установленным бесплатным свободно распространяемым программным обеспечением: RASTRWIN3 (студенческая версия).
7.2	Читальные залы Научной библиотеки БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Сургутский государственный университет».