Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики _____ В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент кафедры ЭТЭ _____ А.Д. Косенко
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____ С.В. Митрофанов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Бикмиширова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству института
_____ С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Косенко А.Д., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование у студентов теоретических знаний и практических умений и навыков по применению методов анализа и синтеза электрических сетей и систем.

Задачи:

- ознакомление с конструкциями элементов линий электропередачи
- составление схем замещения;
- определение параметров схем замещения;
- расчет основных режимов электрических сетей и систем;
- основы проектирования электрических сетей и систем;
- уяснение физической сущности явлений, происходящих в процессе производства, распределения и потребления электроэнергии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-3 Выбирает, обосновывая свой выбор, и использует адекватные модели элементов и методы проектирования для конкретных задач синтеза электрических сетей	**Знать:** конструкцию линий электропередачи; модели (схемы замещения) элементов электрических систем в стационарных режимах **Уметь:** выбирать, обосновывая свой выбор, конструкцию, ЛЭП, параметры силового электрооборудования в основных режимах работы. **Владеть:** методами выбора и проверки номинального напряжения, стандартного сечения токопроводящих элементов ЛЭП, параметров силового электрооборудования
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-2 Устанавливает закономерности между требуемыми режимами и заданными параметрами электроустановок ПК*-2-В-3 Применяет методы регулирования напряжения и частоты,	**Знать:** способы регулирования напряжения и частоты; способы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. **Уметь:** применять методы расчета параметров режима электрических систем и сетей

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	методы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях и системах ПК*-2-В-4 Определяет на основе технико-экономического анализа оптимальную топологию сети для снабжения конкретных потребителей с учетом требований по бесперебойности электроснабжения	различной конфигурации. **Владеть:** методиками выбора оптимальной конфигурации сети для снабжения конкретных потребителей электроэнергии с учетом требований по бесперебойности
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК*-7-В-3 Применяет стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации	**Знать:** Условно-графическое обозначение основных элементов электрических сетей... **Уметь:** Выполнять чертежи по стандартам ЕСКД **Владеть:** комплексом государственных стандартов при разработке, и оформлении проектной конструкторской документации в области электротехники и электроэнергетики
ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	ПК*-9-В-2 Владеет пакетами прикладных программ для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей	**Знать:** Основной возможности прикладного программного обеспечения для расчета электрических сетей **Уметь:** Моделировать процессы в электрических сетях в прикладном программном обеспечении **Владеть:** пакетами прикладных программ для расчета и анализа установившихся процессов электрических систем и сетей

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**108**	**252**
Контактная работа:	**13,5**	**19**	**32,5**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Лекции (Л)	6	6	12
Практические занятия (ПЗ)	2	6	8
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП);* *- выполнение контрольной работы (КонтрР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям*	**130,5** +	**89** +	**219,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1,2	Конструкция электрических сетей Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	144	6	2	4	132
	Итого:	144	6	2	4	132

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Проектирования электрических сетей	108	6	6	4	92
	Итого:	108	6	6	4	92
	Всего:	252	12	8	8	224

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Конструкция электрических сетей. Классификация электрических сетей. Категории токоприемников. Номинальное напряжение токоприемников, электрических сетей, генераторов, трансформаторов.

Воздушные линии электропередачи до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. Воздушные линии электропередачи 6-35 кВ с голыми и защищенными проводами. Материалы и конструкции проводов и тросов. Типы опор, материалы опор, их фундаменты. Расположение проводов и тросов на опорах. Изоляция и линейная арматура воздушных линий. Конструкции кабелей и кабель-

ные линии. Кабельные муфты и концевые разделки. Типы кабелей. Токопроводы и шинопроводы. Внутренние проводки.

2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы Схемы замещения (математические модели) элементов электрических сетей. Схемы замещения ЛЭП с равномерно распределенными и сосредоточенными параметрами. Погонные параметры ЛЭП: активное сопротивление, индуктивное сопротивление, активная и реактивная проводимость. Упрощения в схемах замещения ЛЭП. Определение параметров схемы замещения ЛЭП. Воздушные ЛЭП с расщепленными фазами. ЛЭП со стальными проводами.

Паспортные величины (каталожные данные) и схемы замещения трансформаторов: двух обмоточных, с расщепленной обмоткой, трех обмоточных. Понятия об автотрансформаторе. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.

Графики электрических нагрузок. Понятие времени максимальных нагрузок ($T_м$). Модели нагрузок. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте.

Модели генераторов при расчетах установившихся режимов. Потери мощности в элементах электрической сети (линиях, трансформаторах).

Уравнения установившегося режима электрической сети. Параметры режимов.

Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты в электросистемах.

Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Лавина напряжений.

Связь между напряжениями начала и конца ЛЭП. Падение напряжения, потери напряжения. Векторная диаграмма. Работа линии на холостом ходу.

Расчет параметров режимов разомкнутых электрических сетей. Расчетная нагрузка узла.

Расчет параметров режимов сети с двухсторонним питанием (замкнутой (кольцевой) сети).

Методы расчета параметров режимов сложных электрических сетей.

Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях. Метод оперативных расчетов. Метод характерных суток. Метод средних нагрузок. Метод определения потерь электроэнергии по времени наибольших потерь.

Показатели качества электроэнергии. Методы регулирование напряжения в электрических сетях. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения: с помощью трансформаторов с устройствами ПБВ и РПН; регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности; регулирование напряжения изменением сопротивления сети. Гибкие системы передачи энергии переменного тока (FACTS).

3 Проектирования электрических сетей Способы присоединения подстанций к электрической сети. Принципы построения системообразующих электрических сетей.

Типовые схемы распределительных устройств. Схемы городских систем распределения электроэнергии. Схемы сельских сетей. Схемы электрических сетей до 1000 В.

Технико-экономические основы проектирования электрических сетей.

Методика технико-экономических расчетов в электроэнергетике.

Составляющие капитальных затрат на сеть.

Составляющие эксплуатационных расходов на сеть.

Приведенные расчетные затраты.

Себестоимость вырабатываемой, потребляемой и потерянной электроэнергии.

Экономическая плотность тока.

Метод экономических интервалов.

Определение сечений линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения (из условий постоянства сечений; по минимуму потерь мощности; по минимуму расхода проводникового материала).

Выбор сечений проводников ЛЭП по условию нагрева.

Выбор номинального напряжения.

Заземление нейтрали в электрических сетях.

Виды трехфазных систем переменного тока до 1000 В. Режимы заземления нейтрали в сетях напряжением свыше 1000 В. Электрические сети с глухозаземленной и эффективно-заземленной нейтралью.

Электрические сети с изолированной нейтралью. Электрические сети с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор. Электрические сети с нейтралью, заземленной через резистор.

Компенсация реактивной мощности. Типы компенсирующих устройств. Экономико-математические модели компенсирующих устройств. Оптимизация размещения компенсирующих устройств.

4.3 Лабораторные работы

6 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Моделирование сети двухсторонним питанием	4
Итого:			4

7 семестр

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Расчет и анализ установившегося режимов электрической сети с использованием пакета программ «RASTR»	4
Итого:			4
Всего:			8

4.4 Практические занятия (семинары)

6 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	3	Баланс активной и реактивной мощности. Расчет мощности компенсирующих устройств Синтез вариантов схем электроснабжения районной электрической сети	2
		Итого:	2

7 семестр

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
2	3	Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции Проверка трансформаторов на перегрузочную способность по ГОСТ 14209-85	2
3	3	Формирование схем соединения районной электрической сети Технико-экономическое сравнение вариантов схем электрических сетей.	4
Итого:			6
Всего			8

4.5 Курсовой проект (7 семестр)

Целью курсового проектирования является закрепление практических навыков самостоятельного решения инженерных задач, развитие творческих способностей и умение пользоваться технической, нормативной и справочной литературой.

Темой курсового проекта является эскизный проект районной электрической сети напряжением от 35 до 220 кВ. Рассматривается электроснабжение пяти пунктов потребления электроэнергии от одного источника – районной электростанции.

Исходные данные на проектирование сети задаются преподавателем и содержат необходимые сведения о потребителях и источнике электроэнергии. Взаимное расположение источника питания и пунктов потребления электроэнергии определяется планом района с указанием масштаба. Для

выбора конструктивного выполнения воздушных линий, оценки условий прохождения трасс, удельных показателей стоимости сооружения сети, правильного выбора типов коммутационных аппаратов на понижающих подстанциях в задании, выдаваемом преподавателем, указывается географическое расположение проектируемого района и отрасль промышленности, к которой относятся электропотребители.

Графическая часть курсового проекта должна содержать следующие материалы:
варианты схем районной сети и их технико-экономические показатели;
предлагаемая схема электрической сети и ее схема замещения;
диаграмма напряжений в сети и выбор средств регулирования напряжения.

4.6 Контрольная работа (6 семестр)

Выполнить расчет баланса активной и реактивной мощности районной электрической сети с учетом мощности компенсирующих устройств. Произвести синтез вариантов схем электроснабжения районной электрической сети

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Чернова, А. Д. Электроэнергетические системы и сети. Часть 1 [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Д. Чернова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2023. - 7 с- Загл. с тит. экрана. Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=4162

2 Чернова, А. Д. Электроэнергетические системы и сети. Часть 2 [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Д. Чернова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2023. - 7 с- Загл. с тит. экрана. Режим доступа: https://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=4172

5.2 Дополнительная литература

1 Чернова, А. Д. Электрические системы и сети [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / А. Д. Чернова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство. - ISBN 978-5-7410-2886-5.. - № гос. регистрации 0322204069. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/177918_20221028.pdf

5.3 Периодические издания

Известия РАН. Энергетика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2024.
Электрические станции : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024.
Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024.
Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024.
Энергосбережение : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

http://www.electrolibrary.info/history/ Сайт, содержащий множество статей по истории развития электротехники и всё энергетической отрасли.

http://innovatory.narod.ru/index.html Сайт, посвященный новым направлениям в развитии электроэнергетики, а также актуальным изобретениям в этой отрасли.

http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp Сайт, посвященный использованию математического пакета MathCAD для решения инженерных и математических задач.

http://electricalschool.info/ Сайт содержащий большое количество учебных статей, по различным отраслям электроэнерегтики.

http://www.news.elteh.ru/ Новости электротехники. Информационно-справочное издание.

https://universarium.org/catalog - «Универсариум», Курсы, МООК: «Инженерная история цивилизации»;

https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «История и философия техники»

https://www.lektorium.tv/mooc2/ - «Лекториум», МООК: Инженерное дело

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.