

Минобрнауки России
Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УМиНР
Полякова Л.Ю.
(подпись, расшифровка подписи)
15 мая 2025 г.



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

Кумертау 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети» /сост. С.Г. Шарипова. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2025

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель 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: *Б1.Д.Б.13 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.Б.19 Основы электроизмерений, Б1.Д.Б.20 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.Б.22 Электрические машины, Б1.Д.Б.23 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.1 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

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 | <u>Знать:</u> конструкцию линий электропередачи; модели (схемы замещения) элементов электрических систем в стационарных режимах <u>Уметь:</u> выбирать, обосновывая свой выбор, конструкцию, ЛЭП, параметры силового электрооборудования в основных режимах работы. <u>Владеть:</u> параметров силового электрооборудования |
| ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов | ПК*-2-В-2 Устанавливает закономерности между требуемыми режимами и заданными параметрами электроустановок ПК*-2-В-3 Применяет | <u>Знать:</u> способы регулирования напряжения и частоты; способы снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. <u>Уметь:</u> |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|---|--|--|
| | методы регулирования напряжения и частоты, 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 | применять методы расчета параметров режима электрических систем и сетей различной конфигурации. Владеть: методиками выбора оптимальной конфигурации сети для снабжения конкретных потребителей электроэнергии с учетом требований по бесперебойности ПК |
| 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: основные 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 8 зачетных единиц (288 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------|--------------|
| | 6 семестр | 7 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 144 | 144 | 288 |
| Контактная работа: | 14,25 | 17 | 31,25 |

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---|--------------------------------------|----------------|---------------|
| | 6 семестр | 7 семестр | всего |
| Лекции (Л) | 10 | 6 | 16 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 4 | 4 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 4 | 4 | 8 |
| Консультации | | 1 | 1 |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий | | 1,5 | 1,5 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,5 | 0,75 |
| Самостоятельная работа: | 129,75 | 127 | 256,75 |
| - выполнение курсового проекта (КП); | | 60 | 60 |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); | 113 | 43 | 156 |
| - подготовка к лабораторным занятиям; | 10 | 6 | 16 |
| - подготовка к практическим занятиям; | | 6 | 6 |
| - подготовка к диф. зачету; | 6,75 | | 6,75 |
| - подготовка к экзамену. | | 12 | 12 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | диф. зач. | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|--------------|--|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Конструкция электрических сетей | 64 | 4 | - | - | 60 |
| 2 | Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы | 80 | 6 | - | 4 | 70 |
| | Итого: | 144 | 10 | | 4 | 130 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|--------------|--|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 3 | Моделирование и анализ электрических сетей | 120 | 3 | 2 | 4 | 70 |
| 4 | Проектирование электрических сетей | 60 | 3 | 2 | - | 60 |
| | Итого: | 144 | 6 | 4 | 4 | 130 |
| | Всего: | 288 | 16 | 4 | 8 | 260 |

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 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 кабельные линии. Кабельные муфты и концевые разделки. Типы кабелей. Токопроводы и шинопроводы. Внутренние проводки. Конфигурация электрических сетей.

Раздел 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. Выбор рационального номинального напряжения сети. Выбор сечений проводников ЛЭП по условию нагрева. 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. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции, их проверка. Графики электрических нагрузок. Понятие времени максимальных нагрузок (T_m). Потери мощности в элементах электрической сети (линиях, трансформаторах). Связь между напряжениями начала и конца ЛЭП. Падение напряжения, потери напряжения. Векторная диаграмма. Работа линии на холостом ходу.

Раздел 3. Моделирование и анализ электрических сетей.

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. Модели нагрузок. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте. Модели генераторов при расчетах установившихся режимов. 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. Гибкие системы передачи энергии переменного тока (FACTS). Принципы построения системообразующих электрических сетей. Схемы городских систем распределения электроэнергии. Схемы сельских сетей. Схемы электрических сетей до 1000 В. 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). 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. Экономикоматематические модели компенсирующих устройств. Оптимизация размещения компенсирующих устройств.

Раздел 4. Проектирование электрических сетей.

Способы присоединения подстанций к электрической сети. Типовые схемы распределительных устройств. Техничко-экономические основы проектирования электрических сетей. Методика техникоэкономических расчетов в электроэнергетике. Составляющие капитальных затрат на сеть. Составляющие эксплуатационных расходов на сеть. Приведенные расчетные затраты. Себестоимость вырабатываемой, потребляемой и потерянной электроэнергии. Расчет параметров режимов разомкнутых электрических сетей. Расчетная нагрузка узла. Расчет параметров режимов сети с двухсторонним питанием (замкнутой (кольцевой) сети). Методы регулирования 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.

4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|------|-----------|--|--------------|
| 1 | 2 | Моделирование режима работы трансформатора | 4 |
| 2 | 3 | Исследование потерь мощности в линии электропередачи | 4 |
| | | Итого: | 8 |

4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 3 | Расчет основных режимов электрических сетей | 2 |
| 2 | 4 | Расчет и анализ нормального режима для кольцевой электрической сети | 2 |

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: - предлагаемая схема электрической сети и ее схема замещения; - таблица, содержащая значения напряжений в сети и выбор средств регулирования напряжения.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная 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.

5.2 Дополнительная литература

1. Чернова, А. Д. Электрические системы и сети [Электронный ресурс] : практикум 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, 2023. - 1 электрон. опт. диск (CD-R). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогичн.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство. - ISBN 978-5-7410-3148-3.. - № гос. регистрации 0322401114.

2. 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

3. 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

5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2025.
2. Электрические станции : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2025.
3. Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2025.
4. Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2025.
5. Энергосбережение : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2025.

5.4 Интернет-ресурсы

- <http://electrichelp.ru/elektricheskie-mashiny-v-pomoshh-studentu/> - информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов
- <http://www.dom-eknig.ru/texnicheskie/19960-elektromehnika.html> - каталог бесплатных книг по электромеханике (электронные ресурсы);
- <https://openedu.ru/> - «Открытое образование»; Каталог курсов, MOOK: «Электрические машины».
- <https://minobrnauki.gov.ru> – Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации;
- <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;
- <http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;
- <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;
- <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;
- <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М»;
- <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования
- <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 электроэнергетики;
- <http://www.news.elteh.ru/> Новости электротехники. Информационно-справочное издание. <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Инженерная история цивилизации»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc2/> - «Лекториум», MOOK: Инженерное дело.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- компьютеризированные посадочные места по количеству обучающихся;
- компьютеризированное рабочее место преподавателя;
- доска аудиторная;
- комплект учебно-методической документации;
- информационно-дидактическое обеспечение;
- информационные стенды;
- наглядные пособия;

- операционная система РЕД ОС
- пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- САПР Компас-3D
- 7zip — архиватор: P7Zip
- веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория: Аудитория № 2104.

Аудитория № 2104 предназначена для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и представляет собой специализированную учебную аудиторию.

Для выполнения указанных работ аудитория оснащена наглядными пособиями и компьютером. Работа в аудитории осуществляется в соответствии с учебными планами, графиками учебного процесса, расписанием аудиторных занятий.

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

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электрические машины» для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.
- Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

ЛИСТ согласования рабочей программы

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
код и наименование

Профиль: Электроснабжение

Дисциплина: Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети»

Форма обучения: заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2025

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

протокол № 8 от «04» апреля 2025г.

Ответственный исполнитель, и.о. заведующего кафедрой
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры


подпись

С.Г. Шарипова
расшифровка подписи

Исполнители:
Доцент кафедры ЭПП
должность

подпись


расшифровка подписи

С.Г. Шарипова

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 6 от «15» мая 2025г.

Председатель НМС

подпись



Л.Ю. Полякова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. кафедрой ЭПП


подпись

С.Г. Шарипова
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой


подпись

С.Н. Козак
расшифровка подписи