

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)**

Кафедра машиностроения, энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

«Б1.Д.В.6 Электрическая часть станций и подстанций»

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль
Электроснабжение

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Год начала реализации программы
2023

г. Орск, 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.6 Электрическая часть станций и подстанций» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры машиностроения, энергетики и транспорта протокол № 9 от «03» 05 2023г.

Заведующий кафедрой МЭТ

 Фирсова Н.В.

«03» 05 2023г.

Исполнители:

старший преподаватель

 Зенихин Д.Г.

«03» 05 2023г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

 Фирсова Н.В.

«10» 05 2023г.

Заведующий библиотекой

 Камышанова М.В.

«15» 05 2023г.

Начальник ОИТ

 Сапрыкин М.В.

«19» 05 2023г.

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: изучение основного электрооборудования по передаче и распределению электроэнергии.

Задачи:

- научить студентов читать схемы электрических соединений;
- научить проводить основные переключения в схемах при нормальных и аварийных режимах работы;
- научить выбирать и проверять основное оборудование станций и подстанций.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.17 Теоретические основы электротехники

Постреквизиты дисциплины: Б2.П.Б.П.2 Производственная практика (преддипломная 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-4 Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования и выбора оптимального состава оборудования систем электроснабжения | Знать: основные правила, методы и процедуры проектирования объектов Уметь: выполнять необходимые проектные расчеты Владеть: методами проектирования для конкретных задач синтеза электрических сетей |
| ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности | ПК*-2-В-5 Демонстрирует способность выбирать и проверять параметры электрооборудования станций и подстанций в различных режимах работы (нормальный, аварийный и послеаварийные режимы, режим минимальных и максимальных нагрузок) с помощью математических моделей | Знать: правила анализа режимов работы систем электроснабжения объектов Уметь: выполнять элементарные расчеты элементов электрических сетей и снимать показания приборов Владеть: навыками работы с системами электроснабжения объектов |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|---|--|
| ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию | ПК*-7-В-3 Применяет стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации ПК*-7-В-4 Отображает главные схемы станций и подстанций ПК*-7-В-5 Выполняет комплекс конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов систем электроснабжения | Знать: стандарты и правила оформления типовой технической документации Уметь: оформлять типовую техническую документацию Владеть: навыками работы в интерактивных графических 2D и 3D системах для выполнения и редактирования изображений и чертежей, составления спецификаций, отчетов, схем, оформления чертежно-конструкторских работ |
| ПК*-10 Способен составлять технологические схемы станций и подстанций | ПК*-10-В-1 Демонстрирует способность составлять схемы электрической части станций и подстанций, формировать структурные схемы и схемы распределительных устройств электроустановок с учетом требований ГОСТ, норм и правил, действующих в электроэнергетике ПК*-10-В-3 Демонстрирует знания основных технологических схем станций и подстанций | Знать: основные правила составления электрических схем и систему условных обозначений согласно требованиям ГОСТ, норм и правил, действующих в электроэнергетике Уметь: составлять схемы электрической части станций и подстанций, формировать структурные схемы и схемы распределительных устройств электроустановок Владеть: навыками формирования структурных схем и схемы распределительных устройств электроустановок с учетом требований ГОСТ, норм и правил, действующих в электроэнергетике |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

| Вид работы | Трудоемкость, академических часов | | |
|---------------------------|--|------------------|--------------|
| | 7 семестр | 8 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 144 | 144 | 288 |

| Контактная работа: | 10,5 | 14,75 | 25,25 |
|--|--------------|----------------|---------------|
| Лекции (Л) | 6 | 6 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 2 | 6 | 8 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 2 | | 2 |
| Консультации | | 1 | 1 |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий | | 1,5 | 1,5 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 | 0,5 |
| Самостоятельная работа: | 133,5 | 129,25 | 262,75 |
| - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; | 113,5 | 73,25 | 186,75 |
| - выполнение курсового проекта | | 36 | 36 |
| - подготовка к практическим занятиям; | 10 | 10 | 20 |
| - подготовка к лабораторным занятиям | 10 | 10 | 20 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | зачет | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|--|------------------|-------------------|----|----|---------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внедр. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Электрическая часть электростанций и подстанций как элемент единого энергетического комплекса | 72 | 4 | 1 | 1 | 66 |
| 2 | Выбор силовых трансформаторов, автотрансформаторов, синхронных генераторов и компенсаторов, коммутационных аппаратов и проводников | 72 | 2 | 1 | 1 | 68 |
| | Итого | 144 | 6 | 2 | 2 | 134 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|---------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внедр. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 3 | Электрические соединения энергообъектов | 48 | 2 | 2 | | 44 |
| 4 | Собственные нужды электростанций и подстанций | 48 | 2 | 2 | | 44 |
| 5 | Системы контроля, управления на электростанциях и подстанциях | 48 | 2 | 2 | | 44 |
| | Итого | 144 | 6 | 6 | | 132 |
| | Всего | 288 | 12 | 8 | 2 | 266 |

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электрическая часть электростанций и подстанций как элемент единого энергетического комплекса. Основные показатели развития энергетики страны. Понятия об «энергетической» и «электрической» системах. Процесс производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Элементы электрической системы. Классификация объектов электрической сети.

Раздел 2. Выбор силовых трансформаторов, автотрансформаторов, синхронных гене-

раторов и компенсаторов, коммутационных аппаратов и проводников. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Устройство: конструкция, активная часть, магнитопровод и обмотки, изоляция обмоток. Коэффициент трансформации. Виды силовых трансформаторов. Типы и охлаждение трансформаторов. Нагрузочная способность силовых трансформаторов. Расчет мощности, выбор типа и числа трансформаторов на подстанции. Проверка трансформаторов на аварийную перегрузку. Способы регулирования напряжения в узлах энергосистемы. Принцип регулирования напряжения в силовых трансформаторах. Автотрансформаторы. Достоинства и недостатки автотрансформаторов. Полная и типовая мощность. Комбинированные режимы работы. Нагрузочная способность. Регулирование напряжения. Область применения. Синхронные генераторы. Конструкции и системы охлаждения генераторов. Конструктивное выполнение современных турбо- и гидрогенераторов. Электромеханические характеристики. Устойчивость параллельной работы генераторов. Системы возбуждения и автоматическое регулирование возбуждения. Бесщеточная система возбуждения мощных генераторов. Способы гашения поля синхронных генераторов. Электрические аппараты и проводники. Классификация. Контакты шин и аппаратов. Токопроводы. Электродинамические усилия в токоведущих частях. Расчет шинных конструкций на механическую прочность при КЗ. Выключатели высокого напряжения (масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные) и их приводы. Назначение разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Конструкция, принцип действия и особенности выбора. Изоляторы. Плавкие предохранители. Разъединители, отделители, короткозамыкатели и их приводы. Токоограничивающие реакторы, их устройства. Характеристики и конструктивное выполнение простого и сдвоенного реакторов. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Электродинамическая и термическая стойкость проводников и электрических аппаратов.

Раздел 3. Электрические соединения энергообъектов. Схемы электрических соединений электрических частей станций. Классификация схем распределяющих устройств (РУ). Схемы электрических соединений ТЭЦ; схемы электрических соединений на генераторном напряжении; схемы РУ повышенных напряжений. Схемы электрических соединений КЭС; схемы на генераторном напряжении; схемы на повышенных напряжениях. Схемы электрических соединений АЭС и ГЭС. Схемы электрических соединений подстанций. Схемы с однократным принципом подключения присоединений. Секционирование систем шин. Схемы с двумя системами сборных шин. Виды обходных устройств. Схемы с двукратным принципом подключения присоединений. Схемы многоугольника. Схемы электрических соединений РУ тупиковых, ответвительных, проходных и узловых подстанций на высшем напряжении. Схемы подстанций на низшем классе напряжения. Применение упрощенных схем и схем без выключателей на повышенном напряжении. Комплектные трансформаторные подстанции. Схемы электрических соединений блочных электрических станций. Схемы единичных и укрупненных блоков. Схемы соединений с многократным присоединением элементов. Связь РУ разных напряжений. Схемы электрических соединений тепловых станций с местной нагрузкой.

Раздел 4. Собственные нужды электростанций и подстанций. Собственные нужды электростанций и подстанций. Характеристика электропотребителей собственных нужд. Зависимость электропотребления на СН в зависимости от типа электрической станции. Собственные нужды ТЭЦ, КЭС, ГЭС и подстанций. Схемы собственных нужд электростанций и подстанций.

Раздел 5. Системы контроля, управления на электростанциях и подстанциях. Назначение систем измерения и контроля. Структурная схема взаимосвязей вспомогательных систем, человека-оператора и управляемого объекта. Назначение щитов управления. Выбор типа щитов управления в зависимости от типа электростанции, мощности электростанции и структуры ее оперативного управления. Контрольно-измерительная аппаратура. Типы контрольно-измерительных приборов. Структурная схема контрольно-измерительных систем. Контрольно-измерительные приборы для различных частей станций (линий электропередачи, трансформаторов, шин и др.). Системы блокировки и сигнализации. Основные виды блокировки (безопасности и оперативные). Блокировка от многократных включений. Сигнализация положения коммутационных аппаратов. Сигнализация аварийного отключения. Принцип построения предупреждающей сигнализации. Оперативный ток. Классификация и режимы работы стационарных аккумуляторных батарей, схемы подключения аккумуляторных установок. Типовые схемы расположения систем оперативного тока на подстанции (электрической станции).

4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ | Кол-во часов |
|------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Исследование измерительных трансформаторов | 1 |
| 1 | 2 | Исследование схем тепловых станций | 1 |
| | | Итого | 2 |

4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 1 | Классификация объектов электрической сети | 1 |
| 1 | 2 | Расчет полной и типовой мощности автотрансформаторов | 1 |
| 2 | 3 | Расчет токопроводов. Электромеханические характеристики синхронных генераторов | 2 |
| 3 | 4 | Схемы электрических соединений АЭС и ГЭС. Схемы электрических соединений тепловых станций с местной нагрузкой | 2 |
| 4 | 5 | Принцип построения предупреждающей сигнализации | 2 |
| | | Всего | 8 |

4.5 Курсовой проект (8 семестр)

Курсовой проект выполняется по теме: «Проектирование понижающей подстанции». В работе рассматриваются вопросы выбора числа и мощности силовых трансформаторов, главной схемы электрических соединений распределительных устройств высшего и низшего напряжения, разрабатывается компоновка подстанции. Работа выполняется по вариантам.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Электрическая часть станций и подстанций: учебник для вузов по специальности «Электрические станции» / под ред. А.А. Васильева. – М.: Энергия, 1980. – 698 с.
2. Сибикин, Ю.Д. Электрические подстанции: учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования / Ю.Д. Сибикин. – изд. 3-е, стер. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 415 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048>

5.2 Дополнительная литература

1. Сибикин, Ю.Д. Эксплуатация электрооборудования электростанций и подстанций: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю.Д. Сибикин. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2017. – 449 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480996>
2. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – 5-е изд., стер. – М.: БХВ-Петербург, 2014. – 608 с. – ISBN 978-5-9775-0833-9.
3. Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / И.П. Крючков, Н.Н. Кувшинский, Б.Н. Неклепаев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978. – 455 с.
4. Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов

/ И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крючкова. – М.: Издательский Дом МЭИ, 2015. – 138 с. – ISBN 978-5-383-00958-1.

5.3 Периодические издания

1. Электричество
2. Электротехника
3. Энергобезопасность и энергосбережение
4. Промышленная энергетика

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы.

1. Научная библиотека (<http://niv.ru/>). Доступ свободный.
3. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
5. Infolio (<http://www.infoliolib.info/>). Университетская электронная библиотека.

5.4.2 Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная электротехническая библиотека (<http://www.electrolibrary.info>)
2. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрофикация (<https://online-electric.ru>)
3. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению (<http://electricalschool.info>)

5.4.3 Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<http://www.biblioclub.ru>). После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.
2. ЭБС «Руконт» (<https://lib.rucont.ru>) Доступ свободный

5.4.4 Дополнительные Интернет-ресурсы

1. Информационный интернет ресурс посвященный теме электричества, электрической энергии, электротехнике (<http://www.electrikpro.ru>)
2. Расширенная интернет версия отраслевого информационно-справочного журнала «Новости электротехники» (<http://www.news.elteh.ru>)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Тип программного обеспечения | Наименование | Схема лицензирования, режим доступа |
|------------------------------|--|--|
| Операционная система | РЕД ОС «Стандартная» для Рабочих станций | Образовательная лицензия от 11.07.2022 г. на 3 года для 240 рабочих мест в рамках соглашения о сотрудничестве с ООО «Ред Софт» № 305/06-22У от 28.06.2022 г. |
| Офисный пакет | LibreOffice | Свободное ПО, https://libreoffice.org/download/license/ |

| | | |
|--------------------|------------------------------|---|
| Текстовый редактор | Microsoft Visual Studio Code | Бесплатное ПО, https://code.visualstudio.com/License/ |
| | Notepad++ | Свободное ПО, https://notepad-plus-plus.org/ |
| Интернет-браузер | Mozilla Firefox | Свободное ПО, https://www.mozilla.org/en-US/foundation/licensing/ |
| | Яндекс.Браузер | Бесплатное ПО, https://yandex.ru/legal/browser_agreement/ |
| | Chromium | Свободное ПО, https://www.chromium.org/Home |

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. В аудитории имеется персональный компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийное оборудование (проектор, экран, звуковые колонки). Данное оборудование активно используется при проведении лекционных занятий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ.

Для проведения лабораторных занятий предназначены компьютерный класс и лаборатории кафедры машиностроения, энергетики и транспорта. Аудитории оснащены лабораторным оборудованием: комплект учебного лабораторного оборудования «Электротехника. Электроника. Электрические машины. Электропривод», исполнение стендовое, компьютерное Э4-СКМ.

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