МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.3 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
2021

г. Орск, 2021

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.16 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.В.1 Общая энергетика, Б1.Д.В.20 Основы электротехнологий

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

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электроснабжения объектов
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 комплект 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 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**10,25**	**15**	**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	0,5	0,75
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - выполнение курсового проекта - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к лабораторным занятиям	**97,75** 77,75 10 10	**93** 47 36 10	**190,75** 124,75 36 20 10
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Электрическая часть электростанций и подстанций как элемент единого энергетического комплекса	55	4	1	1	49
2	Выбор силовых трансформаторов, автотрансформаторов, синхронных генераторов и компенсаторов, коммутационных аппаратов и проводников	53	2	1	1	49
	Итого	108	6	2	2	98

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеад. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Электрические соединения энергообъектов	36	2	2		32
4	Собственные нужды электростанций и подстанций	36	2	2		32
5	Системы контроля, управления на электростанциях и подстанциях	36	2	2		32
	Итого	108	6	6		96
	Всего	216	12	8	2	194

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Электрическая часть электростанций и подстанций как элемент единого энергетического комплекса. Основные показатели развития энергетики страны. Понятия об «энерге-

тической» 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 генераторов 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 (маслянные, 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 (7 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.
2. eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru). Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
3. 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, электрификация (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	Microsoft Windows	Подписка Open Value Subscription – Education Solutions (OVS-ES) по договору № 3В/20 от
Офисный пакет	Microsoft Office	

		01.06.2020 г.
Интернет-браузер	Google Chrome	Бесплатное ПО, http://www.google.com/intl/ru/policies/terms/
Мультимедийный плеер	Windows Media Player	Является компонентом операционной системы Microsoft Windows
Просмотр и печать файлов в формате PDF	Adobe Reader	Бесплатное ПО, http://www.adobe.com/ru/legal/terms.html

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.