

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции»

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

Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024.

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Соколов

расшифровка подписи

Исполнители:

Старший преподаватель кафедры ЭТЭ

должность

подпись

А.С. Сташкевич

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству института

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Сташкевич А.С., 2024

© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование систематических знаний об особенностях технологических процессов выработки, преобразования и распределения электроэнергии на различных типах электростанций и подстанций. Ознакомить обучающихся с достижениями науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области проектирования электрической части станций и подстанций. Ознакомить обучающихся с действующими и современными типами силового электрического оборудования, применяемых на электрических станциях и подстанциях.

Задачи:

Научить обучающихся, с учетом современных технологий и разработок, проектировать электрическую часть электростанций и различные типы электрических 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.21 Электрические машины, Б1.Д.Б.22 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.9 Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах, Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений

Постреквизиты дисциплины: Б1.Д.В.11 Надежность электроснабжения, Б1.Д.В.12 Релейная защита и автоматика, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б1.Д.В.18 Системы автоматизированного проектирования электроснабжения, Б1.Д.В.Э.1.1 Эксплуатация и монтаж систем электроснабжения, Б1.Д.В.Э.1.2 Реконструкция систем электроснабжения, Б2.П.В.П.2 Проектная практика, Б2.П.В.П.3 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: - Основное оборудование электрической части станций и подстанций. - Технологию выработки, преобразования и распределения электроэнергии; физические явления и процессы в электрической части станций и подстанций Уметь: Осуществлять сбор и анализ данных основного электрооборудования электрических станций и подстанций, необходимых для

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		дальнейшего оптимального проектирования <u>Владеть:</u> Информацией о современном оборудовании электрических станций и подстанций и современных производителей электрических аппаратов и проводников
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	<u>Знать:</u> Режимы работы основного силового электрооборудования электрических станций и подстанций <u>Уметь:</u> Выбирать и проверять параметры электрооборудования электрических станций и подстанций в различных режимах работы (нормальный, аварийный и послеаварийные режимы, режим минимальных и максимальных нагрузок) с помощью математических моделей <u>Владеть:</u> Навыками по расчету режимов работы основного электрооборудования (синхронных генераторов, силовых трансформаторов и т.п.)
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 системы электроснабжения ПК*-7-В-6 Демонстрирует навыки работы в интерактивных графических 2D и 3D системах для выполнения и редактирования изображений и чертежей, составления спецификаций, отчетов, схем, оформления чертежно-конструкторских работ	<u>Знать:</u> - Какие существуют стандарты в области электроэнергетики при оформлении типовой технической документации. - Графические системы 2D и 3D для выполнения и редактирования изображений и чертежей <u>Уметь:</u> - Применять стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации. - Отображать главные схемы

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электрических станций и подстанций. - Выполнять комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов главных схем электрических станций и подстанций <u>Владеть:</u> Навыками работы в интерактивных графических 2D и 3D системах для выполнения и редактирования изображений и чертежей, составления спецификаций, отчетов, различных электрических 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	<u>Знать:</u> Различные структурные схемы, главные схемы и схемы распределительных устройств высокого, среднего и низкого напряжений электрических станций и подстанций <u>Уметь:</u> Проектировать электрическую часть станций и подстанций, формировать структурные схемы и схемы распределительных устройств электроустановок с учетом требований ГОСТ, норм и правил, действующих в электроэнергетики, а также применять математические модели выбора и проверки электрооборудования электрических станций и подстанций <u>Владеть:</u> Критериями выбора электрических схем станций и подстанций; технико-экономическим методом сравнения вариантов главных схем электрических станций и подстанций

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	108	180	288
Контактная работа:	44,25	69	113,25
Лекции (Л)	30	34	64
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	14	16	30
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: - выполнение курсового проекта (КП); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание реферата (Р); - 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; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	63,75	111 +	174,75
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	<i>Введение в дисциплину. Общие сведения об электроустановках. Основное силовое электрооборудование электростанций и подстанций. Режимы и условия работы электрооборудования.</i>	32	8	-	-	24
2	<i>Электрические аппараты электростанций и подстанций. Условия их выбора и проверки. Шинные конструкции и токоведущие части электростанций и подстанций. Гашение дуги в электрических аппаратах.</i>	76	22	-	14	40
	Итого:	108	30		14	64

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Главные электрические схемы электростанций и подстанций. Схемы электрических соединений распределительных устройств. Выбор и обоснование электрических схем. Конструкции распределительных устройств. Система собственных нужд электрических станций и подстанций.	83	17	-	12	54
4	Проектирование электрической части электростанций и различных типов электрических подстанций.	97	17	16	4	60
	Итого:	180	34	16	16	114
	Всего:	288	64	16	30	178

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Общие сведения об электроустановках. Основное силовое электрооборудование электростанций и подстанций. Режимы и условия работы электрооборудования. Структура энергосистемы. Потребители электроэнергетики, требования к надежности их электроснабжения. Основное и вспомогательное оборудование, его назначение. Графики электрических нагрузок электроустановок. Синхронные генераторы. Сведения о конструкциях, основные параметры и характеристики. Системы охлаждения и возбуждения. Включение на параллельную работу. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Область применения. Характеристики и нагрузочная способность. Их выбор и проверка. Способы заземления нейтрали основного электрооборудования. Режимы работы электрооборудования. Особенности расчета токов короткого замыкания для выбора и проверки электрических аппаратов и токоведущих частей. Электродинамическая стойкость проводников и аппаратов. Проверка проводников и аппаратов на электродинамическую стойкость. Термическая стойкость проводников и электрических аппаратов. Проверка проводников и аппаратов на термическую стойкость. Координация токов короткого замыкания. Методы ограничения токов короткого замыкания. Назначение, конструктивные особенности, область применения токоограничивающих устройств. Реакторы, их конструктивные особенности, область применения. Условия их выбора и проверки.

Раздел 2. Электрические аппараты электростанций и подстанций. Гашение дуги в электрических аппаратах. Условия их выбора и проверки. Шинные конструкции и токоведущие части электростанций и подстанций. Назначение, классификация, конструктивные особенности, область применения, технические характеристики: силовых выключателей и выключателей нагрузки; разъединителей; изоляторов; измерительных трансформаторов тока и напряжения, ограничителей перенапряжения и разрядников. Условия возникновения и горения дуги. Основные способы гашения дуги переменного тока. Типы дугогасительных камер. Условия выбора и проверки электрических аппаратов. Типы проводников и область их применения. Выбор и проверка сечения гибких, жестких проводников и сборных шин, кабельных линий.

Раздел 3. Типы электростанций и подстанций, их особенности. Схемы главных электрических цепей электростанций и подстанций. Схемы электрических соединений распределительных устройств. Схемы электрических соединений распределительных устройств, их классификация. Схемы электрических соединений РУ, применяемые на напряжение 6-750 кВ. Типовая сетка схем распределительных устройств. Конструкции распределительных устройств, их классификация. Требования, предъявляемые к ним. ЗРУ, ОРУ, КРУ. Выбор и обоснование электрических схем. Конструкции распределительных устройств. Шинные опоры, порталы,

молниеотводы. Система собственных нужд электрических станций и подстанций. Указания по применению схем подключения компенсирующих устройств. Указания по применению схем для КРУЭ. Указания по установке измерительных трансформаторов. Указания по установке ограничителей перенапряжений.

Раздел 4. Расчетные условия для выбора электрических аппаратов и проводников в нормальном и аварийном режимах. Проектирование системы собственных нужд электрических станций и подстанций. Оперативный ток на электростанциях и подстанциях, методы выбора и проверки аккумуляторных батарей, преобразователей энергии. Расчет защитного заземления и молниезащиты распределительных устройств электростанций и подстанций. Проектирование электрической части электростанций и подстанций. Нормативная база проектирования электростанций и подстанций. Виды схем и их назначение. Факторы, влияющие на выбор схем. Основные требования, предъявляемые к схемам электрических соединений. Структурные схемы КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС и подстанций. Типовые схемы КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС, ГАЭС. Типовые схемы подстанций. Выбор и проверка аппаратов и проводников на электростанциях и подстанциях. Проектирование чертежей: главная схема электрических соединений, планы и разрезы ячеек распределительных устройств.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Разъединители, отделители, короткозамыкатели	2
2	2	Изоляторы, высоковольтные вводы	2
3	2	Высоковольтные кабели, шины, токопроводы, ошиновка	4
4	2	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	2
5	2	Высоковольтные выключатели и их приводы	4
6	3	Распределительные устройства (ОРУ, ЗРУ, ГРУ, КРУ)	6
7	3	Шинные опоры, порталы, молниеотводы	2
8	4	Оперативный ток	2
9	4	Защитное заземление	2
10	3	Трансформаторные подстанции	4
		Итого:	30

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1,4	Нагрузочная способность трансформаторов и автотрансформаторов. Их выбор и проверка	2
2, 3	1,4	Режимы работы синхронных генераторов (компенсаторов) и трансформаторов	4
4	1,4	Нагрузочная способность аппаратов и проводников. Выбор способов ограничения токов КЗ	2
5	2,4	Проверка проводников и электрических аппаратов на электродинамическую и термическую стойкость	2
6	2,4	Выбор и проверка коммутационных аппаратов	2
7	2,4	Системы контроля и измерений. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения	2
8	3,4	Выбор и обоснование электрических схем электростанций и подстанций	2
		Итого:	16

4.5 Курсовой проект (7 семестр)

1. Проектирование электрической части электростанций.
2. Проектирование главной понизительной подстанции.
3. Проектирование узловой подстанции.
4. Проектирование подстанции глубокого ввода.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. – 2-е изд. доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 149 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493858> (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр.: с. 114. – ISBN 978-5-9729-0207-1. – Текст : электронный.
2. Выбор электрооборудования и разработка главной схемы тепловой электрической станции : учебное пособие : [16+] / М. А. Купарев, В. И. Ключенович, В. К. Терехов, И. И. Литвинов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 164 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576581> (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр.: с. 143-144. – ISBN 978-5-7782-3511-3. – Текст : электронный.
3. Сибикин, Ю. Д. Электрические подстанции : учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования : [12+] / Ю. Д. Сибикин. – Изд. 3-е, стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 415 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048> (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0767-7. – DOI 10.23681/575048. – Текст : электронный.
4. Кокин, С. Е. Проектирование подстанций распределительного электросетевого комплекса : учебное пособие / С. Е. Кокин, С. А. Дмитриев ; науч. ред. А. А. Суворов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. – 195 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695948> (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр.: с. 150-152. – ISBN 978-5-7996-2351-7. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. -2-е изд. стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. -288с., ил.
2. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник для сред. проф. образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 448с.
3. Электрическая часть электростанций: Учебник для вузов / Под ред. С.В. Усова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 616с., ил.
4. Васильев, А. А. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов / А.А. Васильев, И.П. Крючков, Е.Ф. Наяшкова ; под ред. А.А. Васильева. – М.: Энергия, 1980. – 576 с.

5.3 Периодические издания

Журналы:

1. «Электричество»;
2. «Электрические станции»;
3. «Энергетик»;
4. «Известия Российской академии наук. Энергетика».

5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей.
2. <http://www.exponenta.ru/> - Образовательный математический сайт.
3. <http://electricalschool.info/> - Школа для электрика.
4. <http://www.news.elteh.ru/> - Новости электротехники. Информационно-справочное издание.
5. <http://forca.ru/> - Информационно-справочный сайт. Энергетика. Оборудование. Документация.
6. <http://window.edu.ru/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам / Энергетика : сайт для самостоятельного изучения специализированного материала.
7. <http://osu.ru> – сайт ФГБОУ ОГУ.
8. <http://moodle.osu.ru> - Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle».

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 МТС Линк.
4. Программная система MathCAD 14.0.
5. Программная система КОМПАС-3D.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид помещения	Мебель и технические средства обучения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Макеты оборудования
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Макеты оборудования
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплекты ученической мебели Мультимедийный проектор Доска Экран Компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ
Помещения для лабораторных занятий	Комплекты ученической мебели Лабораторные стенды Муляжи Плакаты Экспонаты Электротехническое оборудование