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
Заочная

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 г.

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

Исполнители:
Старший преподаватель кафедры ЭТЭ _____ А.С. Сташкевич
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
_____ Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

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

№ регистрации _____

© Сташкевич А.С., 2024
© ОГУ, 2024

2

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: *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-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 станций и подстанций, необходимых для дальнейшего оптимального проектирования **Владеть:** Информацией о современном оборудовании электрических станций и подстанций и современных производителей

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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	**Знать:** Режимы работы основного силового электрооборудования электрических станций и подстанций **Уметь:** 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 **Владеть:** 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	**Знать:** - Какие существуют стандарты в области электроэнергетики при оформлении типовой технической документации. - Графические системы 2D и 3D для выполнения и редактирования изображений и чертежей **Уметь:** - Применять стандарты электротехнического направления и ЕСКД при оформлении типовой технической документации. - Отображать главные схемы электрических станций и подстанций. - Выполнять комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов главных схем

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электрических станций и подстанций **Владеть:** 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	**Знать:** Различные структурные схемы, главные схемы и схемы распределительных устройств высокого, среднего и низкого напряжений электрических станций и подстанций **Уметь:** Проектировать электрическую часть электростанций 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 **Владеть:** Критериями выбора электрических схем электрических 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		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**108**	**288**
Контактная работа:	**16,5**	**15**	**31,5**
Лекции (Л)	8	4	12
Практические занятия (ПЗ)	4	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	4	4	8
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП);* *- выполнение контрольной работы (КонтрР);* *- 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.)*	**163,5** +	**93** +	**256,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	*Введение в дисциплину. Общие сведения об электроустановках. Основное силовое электрооборудование электростанций и подстанций. Режимы и условия работы электрооборудования.*	88	4	2	-	82
2	*Электрические аппараты электростанций и подстанций. Условия их выбора и проверки. Шинные конструкции и токоведущие части электростанций и подстанций. Гашение дуги в электрических аппаратах.*	92	4	2	4	82
	Итого:	180	8	4	4	164

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 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.*	44	2	2	4	36
4	*Проектирование электрической части электростанций и различных типов электрических подстанций.*	64	2	2	-	60
	Итого:	108	4	4	4	96
	Всего:	288	12	8	8	260

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 электроэнергии, 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*	*0,5*
2	*2*	*Изоляторы, высоковольтные ввода*	*0,5*
3	*2*	*Высоковольтные кабели, шины, токопроводы, ошиновка*	*1*
4	*2*	*Измерительные трансформаторы тока и напряжения*	*1*
5	*2*	*Высоковольтные выключатели и их приводы*	*1*
6	*3*	*Распределительные устройства (ОРУ, ЗРУ, ГРУ, КРУ)*	*4*
		Итого:	8

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	*1*	*Режимы работы синхронных генераторов (компенсаторов) и силовых трансформаторов*	*2*
2	*2*	*Выбор и проверка проводников и электрических аппаратов*	*2*
3	*3*	*Выбор и обоснование электрических схем электростанций и подстанций*	*2*
4	*4*	*Основные вопросы проектирования электрических подстанций*	*2*
		Итого:	8

4.5 Курсовой проект (8 семестр)

1. Проектирование главной понизительной подстанции.
2. Проектирование подстанции глубокого ввода.

4.6 Контрольная работа (7 семестр)

Режимы работы оборудования электрических станций и подстанций. Режимы работы энергосистемы.

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*