

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические станции и подстанции

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	7
Общее количество часов	252
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	96
– Лекционные (Л)	48
– Практические (ПЗ)	48
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	120
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (36)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	14
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	17
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	18

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение».

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов электроэнергетики и электротехники

Дескрипторы профессиональной компетенции:

ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности;

ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности; ПК-1.2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Знает: ИД 1 ПК.1.1 Нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ПК.1.2 Типовые решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ПК.1.1 Определить нормативные и эксплуатационные требования к объектам электроэнергетики и электротехники в рамках их проектирования (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ПК.1.2 Осуществить выбор предпочтительного решения по проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки:

		ИД 5 ПК.1.1 Формирования технического задания к проектированию объектов электроэнергетики и электротехники в зависимости от эксплуатационных и нормативных требований (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ПК.1.2 Контроля учета требований технического задания в рамках предпроектной проработки и проектирования объектов электроэнергетики и электротехники (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

**Раздел 2. Тематический план
Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Компоновка электрической части подстанции.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
8	Тема 8. Эксплуатация, обслуживание и оперативные переключения.	27	6	6	15	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		36				
Итого		252	48	48	120	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций. Дисциплина начинается с определения места электрических станций и подстанций в структуре электроэнергетической системы. Рассматривается их классификация по назначению (тупиковые, опорные, транзитные, распределительные), по способу обслуживания (с постоянным дежурным персоналом, телеуправляемые) и по числу ступеней трансформации. Подробно изучается основное оборудование: силовые трансформаторы и автотрансформаторы, коммутационные аппараты (выключатели, разъединители), измерительные трансформаторы тока и напряжения, а также ограничители перенапряжений.

Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций. В этой теме изучаются принципы построения схем распределительных устройств (РУ) различных классов напряжения. Анализируются требования к схемам: надежность, экономичность, удобство эксплуатации. Рассматриваются типовые схемы на стороне высшего напряжения (110–750 кВ), включая схемы с одной и двумя системами шин, схемы многоугольников, полуторные схемы, а также схемы на стороне среднего и низшего напряжения (6–35 кВ).

Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях. Тема посвящена инженерным расчетам, предшествующим закупке и монтажу оборудования. Изучаются методики выбора силовых трансформаторов по мощности с учетом допустимой перегрузки, выбора высоковольтных выключателей по номинальному току, току отключения и термической/электродинамической стойкости. Также рассматриваются критерии выбора разъединителей, измерительных трансформаторов и жестких/гибких ошиновок.

Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств. Здесь рассматриваются вопросы компоновки открытых (ОРУ) и закрытых (ЗРУ) распределительных устройств. Изучаются типы опорных металлоконструкций под оборудование, фундаменты, порталы. Подробно анализируются системы молниезащиты (стержневые молниеотводы, молниеприемные сетки) и выбор типов изоляторов (подвесные, штыревые, опорные) в зависимости от класса напряжения и условий загрязнения атмосферы.

Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства. В рамках этой темы изучаются как внешние, так и внутренние перенапряжения. Рассматриваются принципы работы вентильных разрядников и нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН), их размещение в схемах подстанций. Отдельное внимание уделяется проектированию заземляющих устройств: расчету требуемого сопротивления контура заземления для обеспечения безопасности персонала и надежной работы релейной защиты.

Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций. Тема раскрывает важность обеспечения бесперебойного питания вспомогательного оборудования. Изучаются схемы электроснабжения собственных нужд (СН) на электростанциях (напряжением 6 кВ) и на подстанциях (напряжением 0,4 кВ). Рассматриваются источники питания СН (трансформаторы СН), схемы их подключения к шинам разных классов напряжения и автоматическое включение резерва (АВР).

Тема 7. Компоновка электрической части подстанции. Эта тема интегрирует знания из предыдущих разделов для решения комплексной задачи — проектирования генерального плана подстанции. Изучаются принципы размещения оборудования на территории ОРУ с учетом токоведущих частей, соблюдения безопасных расстояний по воздуху, путей перекатки трансформаторов и подъездных путей.

Тема 8. Эксплуатация, обслуживание и оперативные переключения. Завершающая тема посвящена вопросам эксплуатации объектов. Рассматриваются виды технического обслуживания и ремонтов (ТОиР) оборудования, методы диагностики состояния (например, анализ растворенных газов в масле трансформаторов). Изучаются правила выполнения оперативных переключений в схемах РУ с использованием бланков переключений для предотвращения ошибок и обеспечения безопасности.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций.
ПЗ 2	Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях.
ПЗ 5	Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства.
ПЗ 8	Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Компоновка электрической части подстанции.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Эксплуатация, обслуживание и оперативные переключения.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся
4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Компоновка электрической части подстанции.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Эксплуатация, обслуживание и оперативные переключения.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

- 1 Перечислите традиционные первичные источники энергии.
- 2 Перечислите виды органического топлива, традиционно используемого на электростанциях.
- 3 Что такое неорганическое топливо?
- 4 Какие источники и виды энергии принято относить к нетрадиционным?
- 5 Как различаются тепловые электростанции по виду топлива?
- 6 Чем отличается КЭС от ТЭЦ?
- 7 Чем отличаются плотинные ГЭС от деривационных и русловые от приплотинных?
- 8 Каково назначение ГАЭС?
- 9 Какие из электростанций, работающих на нетрадиционных и местных источниках энергии, наиболее широко используются в мировой практике?
- 10 Что такое теплосиловая установка?
- 11 Назовите основные элементы паросиловой установки.
- 12 Из каких основных узлов состоит ГТУ?
- 13 Чем отличаются газовый и паровой циклы?
- 14 Что является рабочим теплом установок парового цикла?
- 1 Назовите основные виды генераторов.
- 2 От чего зависит частота вращения турбогенератора?
- 3 Назовите основные параметры генератора.
- 4 Назовите системы охлаждения турбогенератора.
- 5 Что используется в качестве охладителей генераторов?
- 6 Назовите основные виды систем возбуждения генераторов.
- 7 Назовите основные характеристики систем возбуждения.
- 8 Поясните термин «гашение поля генератора».
- 9 В каких случаях работает автоматика гашения поля генератора?
- 10 В каких случаях работает форсировка возбуждения генератора?
- 11 Что такое схема и группа соединений трансформатора?
- 12 Назовите системы охлаждения трансформаторов.
- 13 Назовите нормальные и аномальные режимы работы генератора.
- 14 Назовите основные параметры трансформатора.
- 15 Как определяется коэффициент трансформации?

16 Каково основное назначение трансформатора?

1 Перечислите основные требования, предъявляемые к схемам электрических соединений электростанций.

2 Где территориально сооружаются ТЭЦ?

3 Приведите структурную схему ТЭЦ.

4 Какие схемы применяются на генераторном напряжении ТЭЦ?

5 Как выбираются на ТЭЦ трансформаторы связи с системой?

6 Какие схемы применяются на повышенном напряжении ТЭЦ?

7 Где территориально сооружаются КЭС?

8 Поясните понятия «простой блок» и «укрупненный блок».

9 Какие схемы применяются на повышенном напряжении КЭС?

10 Как осуществляется связь между разными повышенными напряжениями?

11 Какие из электростанций относятся к базисным?

12 Назовите особенности ГЭС.

13 Какие из электростанций относятся к пиковым?

14 Где территориально сооружаются АЭС?

15 Назовите особенности АЭС.

1 Коммутационные аппараты напряжением до 1000 В.

2. Назначение высоковольтных аппаратов.

3 Измерительные трансформаторы тока и напряжения.

4 Выбор электрических аппаратов до 1000В.

5. Выбор электрических аппаратов выше 1000В.

6. Применение токоограничивающих реакторов.

7. Область применения закрытых распределительных устройств.

8 Применение КРУ, КРУЭ, КТП.

9 Особенности расчета молниезащиты

10 Назначение защитного заземления на электростанциях и подстанциях.

11 Для какой цели применяют рабочее заземление?

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Классификация и основное оборудование электрических станций и подстанций.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
2	Тема 2. Главные схемы электрических соединений станций и подстанций.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
3	Тема 3. Выбор основного электрооборудования на подстанциях.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
4	Тема 4. Конструктивное выполнение распределительных устройств.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
5	Тема 5. Защита от перенапряжений и заземляющие устройства.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
6	Тема 6. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
7	Тема 7. Компонировка электрической части подстанции.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2

8	Тема 8. Эксплуатация, обслуживание и оперативные переключения.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.1.1 ИД 2 ПК.1.2 ИД 3 ПК.1.1 ИД 4 ПК.1.2 ИД 5 ПК.1.1 ИД 6 ПК.1.2
---	--	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. Выбор мощности и количества силовых трансформаторов на понижающей подстанции.

○ **Задание:** Для заданного графика нагрузки потребителя и заданного коэффициента загрузки выбрать номинальную мощность и количество трансформаторов на главной понизительной подстанции (ГПП) с проверкой на систематическую перегрузку и аварийный режим.

2. Выбор высоковольтного выключателя.

○ **Задание:** Для заданной схемы распределительного устройства (РУ) 110 кВ выбрать по каталогу масляный/элегазовый/вакуумный выключатель, проверив его на соответствие номинальному току, току отключения при коротком замыкании (КЗ) и электродинамическую/термическую стойкость.

3. Расчет и выбор трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН).

○ **Задание:** Выбрать измерительные трансформаторы тока для цепей учета и релейной защиты в ячейке линии 10 кВ. Выполнить проверку на соответствие классу точности и электродинамическую/термическую стойкость.

4. Разработка схемы распределительного устройства 10 кВ.

○ **Задание:** Начертить схему распределительного устройства 10 кВ с одной секционированной системой шин для потребительской подстанции. Указать основное оборудование (выключатели, разъединители, ТТ, ТН).

5. Расчет контура заземления подстанции.

○ **Задание:** Рассчитать сопротивление искусственного контура заземления для открытой подстанции 110/10 кВ. Определить необходимое количество вертикальных заземлителей и общую длину горизонтального проводника.

6. Выбор ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН).

○ **Задание:** Для защиты изоляции оборудования РУ 110 кВ выбрать тип и количество ОПН, обосновав их параметры (номинальное напряжение, энергоемкость) исходя из уровня изоляции защищаемого оборудования.

7. Разработка схемы питания собственных нужд (СН) подстанции.

○ **Задание:** Начертить схему питания СН для подстанции 110/10 кВ с двумя трансформаторами. Обеспечить питание от системы СН, а при ее исчезновении — автоматическое включение резерва (АВР) от трансформатора СН другого источника.

8. Выбор сечений ошиновки в распределительном устройстве.

○ **Задание:** Выбрать сечение гибкой ошиновки (провод АС) для присоединения трансформатора к РУ 110 кВ. Проверить выбранное сечение по экономической плотности тока, потере напряжения и условиям коронирования.

9. **Анализ схемы "Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой".**

○ **Задание:** Описать принцип работы схемы "мостик" на стороне высшего напряжения (ВН). Проанализировать работу схемы при выводе в ремонт одного из выключателей линий и отказе другого.

10. **Разработка генерального плана открытой подстанции.**

○ **Задание:** Начертить упрощенный генеральный план ОРУ 110 кВ с расположением силового трансформатора, разъединителей, молниеотводов и контура заземления с соблюдением норм ПУЭ по расстояниям.

11. **Выбор разъединителей и заземляющих ножей.**

○ **Задание:** Для выбранной ячейки РУ 10 кВ подобрать по каталогу разъединители (шинные, линейные) и заземляющие ножи с приводами, проверив их на соответствие номинальным параметрам.

12. **Расчет токов короткого замыкания для выбора оборудования.**

○ **Задание:** Рассчитать токи трехфазного КЗ в точках К1 (на шинах 110 кВ) и К2 (на шинах 10 кВ) для выбранной схемы подстанции. Результаты использовать для проверки выбранного оборудования.

13. **Разработка логической схемы релейной защиты и автоматики (РЗА).**

○ **Задание:** Описать логику работы максимальной токовой защиты (МТЗ) с выдержкой времени для отходящей линии 10 кВ, включая принцип селективности с защитой смежного участка.

14. **Выбор оборудования в цепи генератора на электрической станции.**

○ **Задание:** Для блока "генератор-трансформатор" мощностью 200 МВт выбрать выключатель в цепи генератора, генераторный трансформатор и токоограничивающий реактор.

15. **Составление бланка оперативных переключений.**

○ **Задание:** Составить бланк переключений для операции "Вывод в ремонт линейного разъединителя первой системы шин в РУ 10 кВ" с соблюдением всех мер безопасности и последовательности операций.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

Исследовательский проект (реферат)

1. Графики нагрузки электроустановок. Параметры графиков нагрузки
2. Тепловые электростанции
3. Паротурбинные станции.
4. Газотурбинные станции (ГТУ)
5. Атомные электростанции
6. Гидроэлектростанции
7. Турбогенераторы
8. Гидрогенераторы
9. Системы охлаждения генераторов.
10. Системы возбуждения генераторов
11. Электромашинные системы возбуждения генераторов.
12. Самовозбуждение с полупроводниковыми преобразователями.
13. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы.
14. Элементы конструкции трансформаторов .
15. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
16. Реакторы.
17. Режимы работы электроустановок.
18. Шинные конструкции.
19. Виды выключателей.

20. Разъединители. Отделители и короткозамыкатели.
21. Плавкие предохранители.
22. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения.
23. Разработка главной схемы электрических соединений электростанции.
24. Выбор типа генераторов.
25. Выбор трансформаторов.
26. Выбор выключателей и разъединителей.
27. Выбор шин и изоляторов.
28. Выбор измерительных приборов для всех электрических цепей станции.
29. Выбор схемы управления и сигнализации выключателем.
30. Разработка конструкции распределительных устройств.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине **Список вопросов для зачета**

1. Перечислите три основных типа электростанций по виду используемого первичного ресурса.
2. В чем главное отличие ТЭЦ от ГРЭС?
3. Какую роль в энергосистеме играют ГЭС и ГАЭС (в плане графика нагрузок)?
4. Назовите основные преимущества АЭС перед тепловыми станциями на ископаемом топливе.
5. Что такое «установленная мощность» электростанции?
6. Какую функцию выполняет система возбуждения синхронного генератора?
7. Что такое «синхронная скорость» вращения ротора и от чего она зависит?
8. Какие два основных вида роторов используются в генераторах (в зависимости от скорости вращения)?
9. Почему для охлаждения мощных генераторов используют водород, а не обычный воздух?
10. Что происходит с генератором при потере возбуждения?
11. Какую энергию преобразует синхронный генератор в электрическую?
12. Зачем нужна форсировка возбуждения при аварийных режимах?
13. Для какой цели на электростанциях устанавливают повышающие трансформаторы?
14. Что такое коэффициент трансформации?
15. Какие основные потери возникают в трансформаторе при его работе?
16. Чем отличается автотрансформатор от обычного двухобмоточного трансформатора?
17. Для чего бак трансформатора заполняется маслом?
18. Что проверяют с помощью опыта «короткого замыкания» трансформатора?
19. Какую функцию выполняет расширитель (бак) на крышке трансформатора?
20. Что такое группа соединения обмоток трансформатора?

Список вопросов для экзамена

1. Приведите формулу мощности гидроагрегата.
2. Где применяются капсульные гидроагрегаты?
3. Чем вызван рост интереса в мире к «малой энергетике» в настоящее время?
4. Какие виды генераторов применяются на ВЭС?
5. Каков рабочий диапазон скоростей ветра для ВЭС?
6. Охарактеризуйте прямую, непрямую и смешанную схемы получения электроэнергии на Гео ТЭС.
7. В каких режимах могут работать гидроагрегаты ПЭС?
8. Какие виды турбин используются на малых ГЭС?
9. Почему на микро ГЭС применяются генераторы торцевой конструкции?
10. Как оценивается потенциал малых ГЭС в России?
11. Какие способы преобразования солнечной энергии в электрическую Вы знаете?
12. Перечислите известные вам виды биотоплива.
13. Что такое ЭХГ и каковы перспективные области его применения?

14. В чем основное преимущество водорода перед другими видами топлива?
15. На чем основана работа детандерно-генераторной установки?
16. Для чего и как может быть использован перепад температур между поверхностными и глубинными слоями воды в экваториальной зоне Мирового океана?
17. Что образуют систему управления электростанцией?
18. Системы управления, сигнализации, и автоматизации на электростанциях и подстанциях.
19. Чем оснащены генераторы электростанций?
20. Регулирование напряжения и реактивной мощности на электростанции.
21. Регулирование частоты в объединенной ЭЭС.
22. Основы оптимального распределения активной мощности ЭЭС.
23. Назовите типы универсальных пакетных ключей-контакторов.
24. Назовите виды сигнализации на электростанциях.
25. Назовите вида блокировок на электростанциях.
26. Что такое типовая мощность автотрансформатора?
27. Когда автотрансформатор выгоднее трансформатора?
28. Какое количество РУ 6-10 кВ применяется для питания собственных нужд на блочной станции?
29. Как осуществляется резервирование питания собственных нужд?
30. Как определяется количество резервных трансформаторов собственных нужд?
31. Какую мощность должен обеспечивать один резервный трансформатор?
32. Приведите схему питания собственных нужд подстанции.
33. Каковы области применения ДЭС разных мощностей?
34. Какова наибольшая мощность современных блоков АЭС?
35. Каковы доли электроэнергии, вырабатываемой на АЭС - в мире? - в России?
36. Чем одноконтурные АЭС отличаются от двухконтурных?
37. Чем отличаются друг от друга мощные гидро- и турбогенераторы?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Как называется главная схема электрических соединений, в которой все присоединения подключаются к одной общей системе шин через выключатели? а) Схема с двумя системами шин; б) **Схема с одной системой шин**; в) Схема многоугольника; г) Схема «мостик».

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какое основное назначение разъединителя в схеме распределительного устройства? а) Отключение токов нагрузки; б) **Создание видимого разрыва цепи для безопасного проведения работ**; в) Защита от токов короткого замыкания; г) Регулирование напряжения.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.3 Как называется устройство, предназначенное для автоматического переключения питания собственных нужд подстанции на резервный источник при исчезновении напряжения на основном? а) АВР (Автоматический ввод резерва); б) АЧР (Автоматическая частотная разгрузка); в) АПВ (Автоматическое повторное включение); г) АРН (Автоматический регулятор напряжения).

Правильный ответ: а)

Вопрос 1.4 Какой тип выключателя является наиболее распространенным в настоящее время для напряжений 110 кВ и выше на новых подстанциях в России? а) Масляный баковый; б) Воздушный; в) **Элегазовый (баковый или колонковый)**; г) Вакуумный.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Как называется совокупность вспомогательных устройств, обеспечивающих работу основного оборудования подстанции (освещение, вентиляция, зарядка аккумуляторных батарей, питание приводов)? а) Система заземления; б) Система молниезащиты; в) **Система собственных нужд (СН)**; г) Система оперативного тока.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных преимущества комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) по сравнению с открытыми распределительными устройствами (ОРУ). а) Низкая стоимость; б) **Компактность и возможность установки в условиях городской застройки**; в) **Отсутствие влияния атмосферных загрязнений на изоляцию**; г) Простота обслуживания.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Выберите два основных элемента, которые обязательно входят в состав ячейки распределительного устройства 6-10 кВ. а) Силовой трансформатор; б) **Выключатель нагрузки или вакуумный выключатель**; в) **Трансформатор тока для цепей учета и защиты**; г) Ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН).

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных требования, предъявляемых к главному корпусу электрической станции или подстанции. а) Эстетичный внешний вид; б) **Надежность электроснабжения потребителей**; в) **Безопасность для обслуживающего персонала**; г) Максимальное использование ручного труда.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных назначения заземляющего устройства на территории подстанции. а) Выравнивание потенциалов для защиты человека от шагового напряжения и напряжения прикосновения; б) Обеспечение работы релейной защиты и автоматики; в) **Отвод тока молнии в землю при прямом ударе**; г) Снижение уровня радиопомех.

Правильный ответ: а), в)

Вопрос 2.5 Выберите два основных типа схем распределительных устройств на стороне среднего и низкого напряжения (6-35 кВ) потребительских подстанций. а) Схема «четырёхугольник»; б) **Схема с одной секционированной системой шин**; в) **Схема с двумя системами шин** (для напряжений 35 кВ и выше); г) Схема «многоугольник».

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между элементом схемы подстанции и его основной функцией.

А) Выключатель	1) Создание видимого разрыва в отключенной цепи.
Б) Разъединитель	2) Коммутация (включение/отключение) цепи под нагрузкой или при КЗ.
В) Измерительный трансформатор тока (ТТ)	3) Питание цепей защиты, автоматики и измерения токами, пропорциональными первичному.
Г) Измерительный трансформатор напряжения (ТН)	4) Питание цепей защиты, автоматики и измерения напряжением, пропорциональным первичному.

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при выводе в ремонт выключателя линии с применением шинных разъединителей. 1\$ Проверить, что ремонтная бригада готова и вывесила плакаты безопасности. 2\$ Отключить выключатель линии. 3\$ Отключить линейный разъединитель. 4\$ Отключить шинный разъединитель. 5\$ Проверить отсутствие напряжения на выведенном в ремонт оборудовании. 6\$ Включить заземляющие ножи или установить переносные заземления.

Правильный ответ: 2-3-4-5-6-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы: учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130468.html>

2. Хрусталёв, В. А. Атомные и тепловые электрические станции: надежность эксплуатации, системы безопасности : учебное пособие / В. А. Хрусталёв, В. Е. Юрин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 130 с. — ISBN 978-5-4497-5307-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/158909.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Аминов, Р. З. Атомные и тепловые электрические станции: особенности эксплуатации в энергетических системах : учебное пособие / Р. З. Аминов, А. Н. Егоров, В. Е. Юрин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 154 с. — ISBN 978-5-4497-5311-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/158908.html>

4. Щегольков, А. В. Электрические сети и комплексы : учебное пособие / А. В. Щегольков, А. В. Кобелев. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-8265-2755-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145347.html>

5. Михеев, Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования / Г. М. Михеев. — 3-е изд. — Саратов : Профобразование, 2024. — 297 с. — ISBN 978-5-4488-0089-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145936.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электрические станции и подстанции**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электрические станции и подстанции

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)