

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетике и систем
управления _____ А.В. Бурковский

«25» ноября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Электрические станции и подстанции»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроснабжение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы доцент

/Н.В. Ситников/

**И.о. заведующего кафедрой
электромеханических
систем и электроснабжения**

/В.П. Шелякин/

Руководитель ОПОП

/Н.В. Ситников/

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных компетенций, основанных на знаниях о способах получения, преобразования и распределения электрической энергии, используемом оборудовании, его применении в схемах электрических соединений электростанций и подстанций.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

- изучение теории получения, преобразования и распределения электрической энергии;
- изучение оборудования, конструкций и электрических схем электростанций и подстанций;
- получение практических навыков проектирования электрической части электростанций и подстанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электрические станции и подстанции» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электрические станции и подстанции» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен выполнять инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций.
	Уметь применять методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций и подстанций.
	Владеть пониманием взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования электрической части электростанций и подстанций.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические станции и подстанции» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	126	54	72

В том числе:			
Лекции	54	18	36
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Самостоятельная работа	126	54	72
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы	288	108	180
з.е.	8	3	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	16	8	8
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	4	4
Самостоятельная работа	259	96	163
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость академические часы	288	108	180
з.е.	8	3	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Типы электростанций и их характеристика. Синхронные генераторы и силовые трансформаторы	Предмет и задачи дисциплины. Характеристика современного состояния электроэнергетики России. Роль и значение электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе. Типы электростанций их	6	12	24	42

		характеристики и технологические схемы. Автономные электростанции. Турбо и гидрогенераторы, особенности конструкции, системы охлаждения. Силовые трансформаторы, особенности конструкции, системы охлаждения. Автоматическое регулирование возбуждения и автоматическое гашение поля в синхронных генераторах.				
2	Действие токов КЗ на электрооборудование. Электрическая дуга	Электродинамическое действие токов КЗ. Термическое действие токов КЗ. Способы ограничения токов короткого замыкания в электроэнергетических системах. Физические процессы в дуговом промежутке при отключении цепи переменного тока. Способы гашения дуги. Гашение дуги в вакуумных и элегазовых выключателях. Отключение малых индуктивных и емкостных токов.	6	12	24	42
3	Коммутационные аппараты силовых цепей электростанций и подстанций	Высоковольтные выключатели переменного тока, общие характеристики и параметры. Масляные выключатели, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Воздушные, электромагнитные, вакуумные, элегазовые выключатели, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Разъединители, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Приводы к коммутационным аппаратам первичных цепей, особенности конструкции, области применения, типы и серии.	6	12	24	42
4	Электрические схемы распределительных устройств	Распределительные устройства, определение, состав, типы. Схемы распределительных устройств на напряжение 6-10 кВ. Схемы распределительных устройств на напряжение 35 кВ и выше без сборных шин. Схемы распределительных устройств на напряжение 35 кВ и выше со сборными шинами.	12	12	18	42

5	Подстанции, их характеристика, проектирование, конструкции	Типы подстанций и их состав. Схемы электрических соединений районных понижительных подстанций. Конструкции открытых распределительных устройств подстанций. Конструкции закрытых распределительных устройств подстанций.	12	12	18	42
6	Системы оперативного тока, собственных нужд, измерений	Общая характеристика систем собственных нужд электростанций. Собственные нужды подстанций. Системы оперативного тока электростанций и подстанций. Системы измерений на электростанциях и подстанциях.	12	12	18	42
Итого			54	72	126	252

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Типы электростанций и их характеристика. Синхронные генераторы и силовые трансформаторы	Предмет и задачи дисциплины. Характеристика современного состояния электроэнергетики России. Роль и значение электрических станций и подстанций в электроэнергетической системе. Типы электростанций их характеристики и технологические схемы. Автономные электростанции. Турбо и гидрогенераторы, особенности конструкции, системы охлаждения. Силовые трансформаторы, особенности конструкции, системы охлаждения. Автоматическое регулирование возбуждения и автоматическое гашение поля в синхронных генераторах.	2	-	26	28
2	Действие токов КЗ на электрооборудование. Электрическая дуга	Электродинамическое действие токов КЗ. Термическое действие токов КЗ. Способы ограничения токов короткого замыкания в электроэнергетических системах. Физические процессы в дуговом промежутке при отключении цепи переменного тока. Способы гашения дуги. Гашение дуги в вакуумных и элегазовых	1	2	26	29

		выключателях. Отключение малых индуктивных и емкостных токов.				
3	Коммутационные аппараты силовых цепей электростанций и подстанций	Высоковольтные выключатели переменного тока, общие характеристики и параметры. Масляные выключатели, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Воздушные, электромагнитные, вакуумные, элегазовые выключатели, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Разъединители, особенности конструкции, области применения, типы и серии. Приводы к коммутационным аппаратам первичных цепей, особенности конструкции, области применения, типы и серии.	2	2	25	29
4	Электрические схемы распределительных устройств	Распределительные устройства, определение, состав, типы. Схемы распределительных устройств на напряжение 6-10 кВ. Схемы распределительных устройств на напряжение 35 кВ и выше без сборных шин. Схемы распределительных устройств на напряжение 35 кВ и выше со сборными шинами.	1	2	60	63
5	Подстанции, их характеристика, проектирование, конструкции	Типы подстанций и их состав. Схемы электрических соединений районных понизительных подстанций. Конструкции открытых распределительных устройств подстанций. Конструкции закрытых распределительных устройств подстанций.	1	1	61	63
6	Системы оперативного тока, собственных нужд, измерений	Общая характеристика систем собственных нужд электростанций. Собственные нужды подстанций. Системы оперативного тока электростанций и подстанций. Системы измерений на электростанциях и подстанциях.	1	1	61	63
Итого			8	8	259	275

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения, в 8 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Силовая цепь районной трансформаторной подстанции»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Определение мощности силовых трансформаторов.
- Выбор и обоснование схем РУ подстанции.
- Расчет токов короткого замыкания.
- Выбор электроаппаратов и ошиновки РУ по условиям рабочего режима и проверка их по устойчивости к токам короткого замыкания.
- Выбор системы оперативного тока и расчет мощности ТСН.
- Выбор измерительных трансформаторов, приборов учета и контроля.
- Выбор конструкций и компоновки РУ.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций и подстанций.	Решение типовых практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть пониманием взаимосвязи задач эксплуатации и	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	проектирования электрической части электростанций и подстанций.	работ по разработке курсового проекта	рабочих программах	рабочих программах
--	---	---------------------------------------	--------------------	--------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций и подстанций.	Решение типовых практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть пониманием взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования электрической части электростанций и подстанций.	Решение прикладных задач в области электрических станций и подстанций	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	Знать организацию технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования	Решение типовых практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	электростанций и подстанций.		ответы	верный ответ во всех задачах		
	Владеть пониманием взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования электрической части электростанций и подстанций.	Решение прикладных задач в ходе выполнения курсового проекта	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Укажите на каком типе электростанций первичной энергией для получения электричества является химическая

- A) Солнечных
- B) Геотермальных
- C) Атомных
- D) Тепловых
- E) Гидравлических

2 К параметрам синхронного генератора не относится

- A) Коэффициент полезного действия
- B) Номинальный ток
- C) Номинальная мощность
- D) Коэффициент мощности
- E) Коэффициент трансформации

3 Укажите достоинство, которое нельзя применить к водородной системе охлаждения

- A) Пожаробезопасность
- B) Отсутствие окисления изоляции в среде водорода
- C) Более лучшая, чем у воздуха, теплопроводность
- D) Меньшая плотность у водорода, чем у воздуха
- E) Взрывобезопасность

4 Конструктивной и механической основой трансформатора является

- A) Бак трансформатора
- B) Охлаждающее устройство
- C) Защитные и измерительные устройства
- D) Обмотки
- E) Магнитопровод

5 Регулировать напряжение трансформатора без отключения его от сети позволяет устройство

- A) АЧР

- Б) АРВ
- С) РПН
- Д) ПБВ
- Е) УБФ

6 К тупиковым относятся подстанции

- А) Присоединенные глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям
- Б) Расположенные в начале линии электропередач
- С) Включенные в рассечку одной или двух линий с двусторонним питанием
- Д) К которым присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок
- Е) Получающие электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям

7 К распределительное устройству со сборными шинами подключаются следующие присоединения (укажите не правильный ответ)

- А) Питающие линии (ввод)
- Б) Отходящие линии
- С) Секционирование
- Д) Заземлители нейтралей трансформаторов
- Е) Трансформаторы напряжения

8 В качестве сборных шин и ответвлений от них в РУ напряжением 35 – 220 кВ используют (укажите не правильный ответ)

- А) Алюминиевые гибкие провода
- Б) Сталеалюминиевые гибкие провода
- С) Трубы из алюминия
- Д) Алюминиевые шины коробчатого сечения
- Е) Трубы из алюминиевых сплавов

9 В отключающих аппаратах напряжением выше 1 кВ не применяется способ гашение дуги

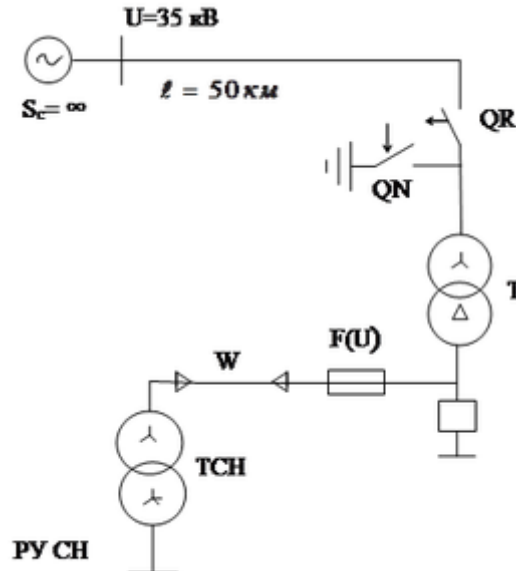
- А) Гашение дуги в воздухе высокого давления
- Б) Гашение дуги в элегазе высокого давления
- С) Гашение дуги в вакууме
- Д) Гашение дуги в масле
- Е) Удлинение дуги

10 Недостатком вакуумных выключателей является:

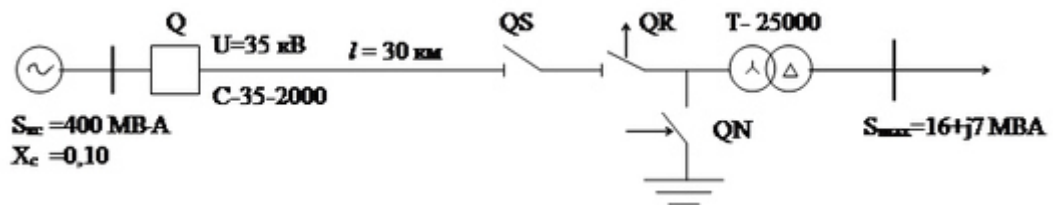
- А) Отсутствие шума при операциях
- Б) Возможность коммутационных перенапряжений
- С) Сложность конструкции
- Д) Загрязнение окружающей среды
- Е) Низкая надежность

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения типовых задач

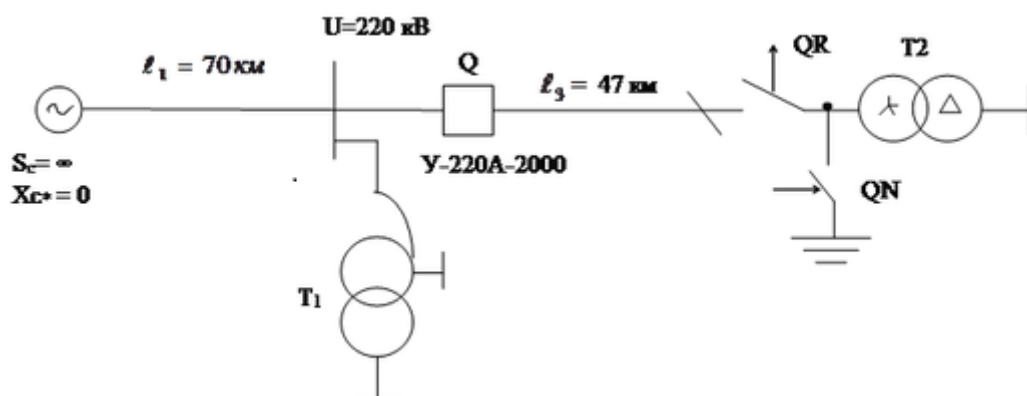
1 Для изображенной схемы выбрать мощность трансформатора СН, сечение и тип кабеля в его цепи. Известны – мощность трансформатора Т – ТДН-16000/35/10; расчетная мощность СН – 190 кВА; линия напряжением 35 кВ связывает подстанцию с системой бесконечной мощности.



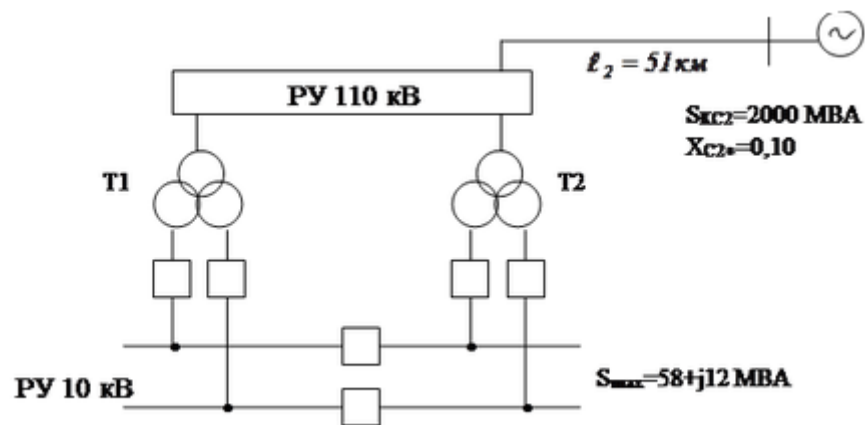
2 Для тупиковой трансформаторной подстанции изображенной на рисунке выбрать короткозамыкатель QN в РУ 35 кВ.



3 Для тупиковой трансформаторной подстанции изображенной на рисунке в цепи трансформатора Т2 выбрать отделитель QR.

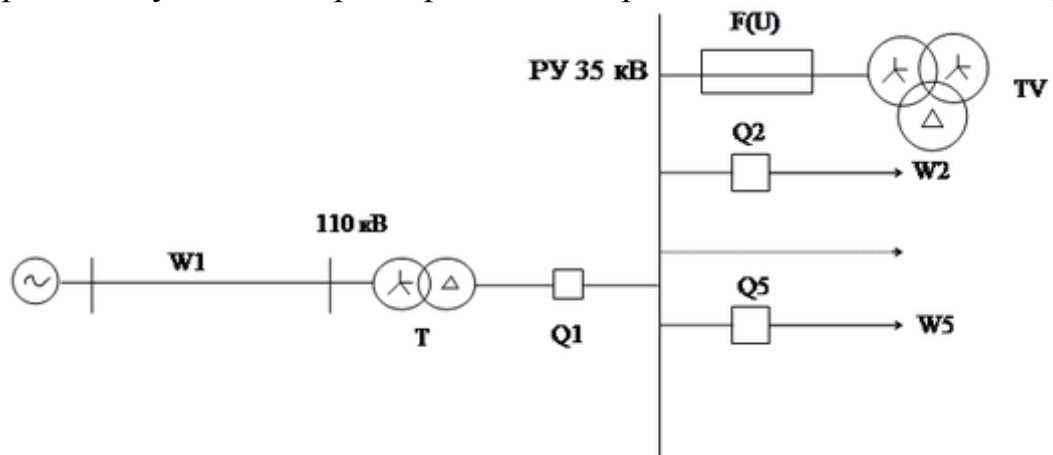


4 В электрической схеме, приведённой на рисунке, выбрать: силовые трансформаторы Т1 и Т2; токопроводы в РУ 10 кВ проверив их на динамическую стойкость.

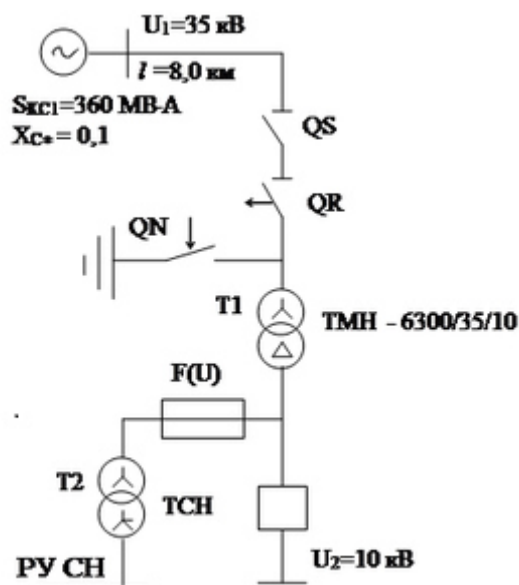


5 Определить длительность аварийной и систематической перегрузки для трансформатора с системой охлаждения Д. До момента перегрузки Т работал со следующими степенями нагрузки: $K_3 = 0,4 - 2 \text{ ч}$; $K_3 = 0,7 - 4 \text{ ч}$; $K_3 = 0,5 - 2 \text{ ч}$; $K_{пер} = 1,45$; $t_{окр.ср.} = 30^\circ\text{C}$.

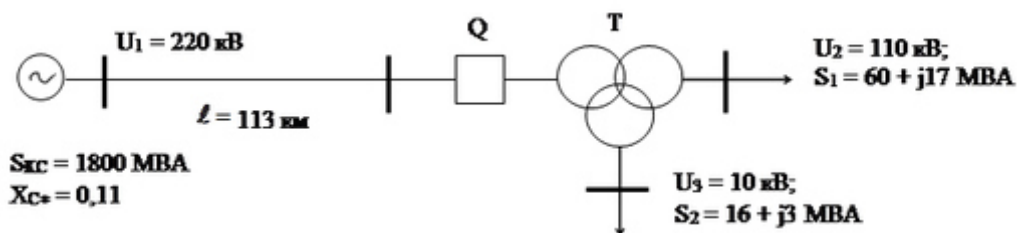
6 Для однотрансформаторной подстанции 110/35/10 кВ изображенной на рисунке выбрать тип и мощность трансформатора напряжения TV, необходимого для контроля режимных параметров трансформатора Т и коммерческого учета электроэнергии 4-х потребительских линий $W_2 - W_5$.



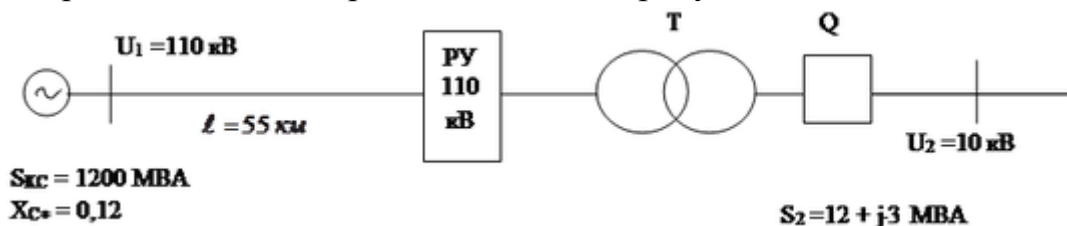
7 Выбрать тип и мощность трансформатора СН. Предохранитель F(U) в цепи ТСН. Известно: расчетная мощность СН -48 кВА; параметры системы, воздушной линии и силового трансформатора Т1 указаны на рисунке.



8 Для схемы, приведённой на рисунке, выбрать силовой трансформатор Т и выключатель Q. Необходимые параметры для решения задачи представлены на рисунке.



9 Выбрать мощность и тип силового трансформатора Т, а также выключатель Q для электрической схемы представленной на рисунке.



10 Определить длительность аварийной и систематической перегрузки для трансформатора с системой охлаждения Д. До момента перегрузки Т работал со следующими ступенями нагрузки: $K_3=0,4 - 2$ ч; $K_3=0,7 - 4$ ч; $K_3=0,5 - 2$ ч; $K_{пер}=1,45$; $токp.ср. = 30^{\circ}C$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Прикладные задачи по данной дисциплине в полном объёме реализованы в курсовом проекте.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Каковы преимущества и недостатки АЭС.
2. Изобразите схему релейной форсировки возбуждения СГ.
3. В чем отличие маломасляных и масляных баковых выключателей.
4. Перечислите состав стационарных ДЭС.
5. Назначение системы возбуждения СГ.
6. Преимущества и недостатки тиристорной системы возбуждения СГ.
7. Перечислите особенности конструкции турбогенераторов.
8. Какие недостатки характерны для КЭС.
9. На какие области разделяют дуговой разряд.
10. Назовите основные элементы конструкции силовых выключателей.
11. Дайте краткую характеристику области дугового разряда у катода.
12. Назовите главную функцию выключателя.
13. Особенности работы парогазовых установок, в чем их преимущество?
14. Какие способы применяют для гашения магнитного поля СГ.
15. Назовите типы электростанций, работающих в основном как автономные источники электрической энергии.
16. Назовите типы электростанций вырабатывающих основную часть электрической энергии в РФ.
17. Назовите преимущества и недостатки косвенной водородной системы охлаждения СГ.
18. Дайте краткую характеристику областям дугового разряда у анода и столба дуги.
19. Назовите серии маломасляных выключателей.
20. Изобразите электрическую схему ДЭС мощностью 400-1200 кВт.
21. Каковы преимущества и недостатки ГЭС.
22. В чем заключается отличие ТЭЦ от КЭС.
23. Назовите охлаждающие среды, используемые в системах охлаждения СГ.
24. Перечислите типы силовых выключателей по способу гашения дуги.
25. Буквенное и графическое обозначение силовых выключателей на схемах.
26. Назовите типы синхронных генераторов, применяемых на электростанциях.
27. Какие преимущества даёт блочный принцип построения КЭС и АЭС?
28. Назовите основные элементы АРВ пропорционального типа.
29. Укажите преимущества и недостатки масляных баковых выключателей.
30. Какие камеры гашения применяют в масляных баковых выключателях.
31. Когда наиболее благоприятны условия гашения дуги в цепи переменного тока.
32. В чем отличие косвенной замкнутой системы охлаждения СГ от проточной.
33. Перечислите особенности конструкции гидрогенераторов.
34. Перечислите показатели, характеризующие системы возбуждения СГ.
35. Чем определяется переходной процесс отключения цепи переменного тока.
36. Опишите процесс гашения дуги в масляных выключателях.
37. Изобразите схему автомата гашения поля СГ.
38. Назовите типы ядерных реакторов, применяющихся на российских АЭС.
39. В чем преимущество непосредственной системы охлаждения СГ.

40. Каким образом проводят гашение поля в СГ с тиристорной системой возбуждения.
41. Назовите преимущества и недостатки элегазовых выключателей.
42. Назовите преимущества и недостатки вакуумных выключателей.
43. Изобразите технологическую схему ГТУ.
44. Назначение и особенность работы ГАЭС.
45. Изобразите схему независимой электромашинной системы возбуждения.
46. Каким образом происходит термическая ионизация дугового промежутка.
47. Перечислите требования, предъявляемые к высоковольтным выключателям.
48. Укажите преимущества и недостатки маломасляных выключателей.
49. Как выполняется непосредственная система охлаждения СГ.
50. При каких условиях на ДЭС устанавливают СГ напряжением 6,3 или 10,5 кВ.
51. Опишите процесс гашения дуги в вакуумных выключателях.
52. Назовите параметры силовых выключателей.
53. Назовите преимущества и недостатки воздушных выключателей.
54. Назовите преимущества и недостатки электромагнитных выключателей.
55. Назовите способы гашения дуги в высоковольтных выключателях.
56. Опишите процесс гашения дуги в элегазовых выключателях.
57. Назовите системы охлаждения силовых трансформаторов.
58. Расшифруйте обозначение трансформатора ТРДЦН -125000/110-У1.
59. Расшифруйте обозначение выключателя ВГБЭ-35-630-12,5УХЛ1.
60. Назовите, какие системы входят в технологическую схему КЭС.
61. Что характеризует ток холостого хода трансформатора и потери холостого хода.
62. Принципиальная технологическая схема АЭС с реактором типа ВВЭР.
63. Принципиальная технологическая схема АЭС с реактором типа РБМК.
64. Как можно повысить КПД газотурбинных электростанций.
65. Назовите основные элементы конструкции трансформатора с масляным охлаждением.
66. Для каких целей в трансформаторах с масляным охлаждением необходим расширительный бачок и можно ли обойтись без него?
67. Какие устройства используют в трансформаторах для уменьшения увлажнения масла и для его регенерации после окисления?
68. Краткая характеристика трансформаторов с воздушным охлаждением, преимущества и недостатки.
69. Поясните принцип работы трансформатора.
70. По каким причинам наибольшее распространение получили трехфазные трансформаторы?
71. В каких случаях применяются однофазные трансформаторы?
72. Как регулируют активную и реактивную мощность синхронного генератора?
73. Что понимается под номинальной мощностью трансформатора?
74. Что понимается номинальным напряжением трансформатора?
75. Как определяется коэффициент трансформации трансформатора?

76. Что понимается под напряжением короткого замыкания?
77. По какой причине обмотки высокого напряжения трансформаторов имеют схему соединения «звезда»?
78. По какой причине обмотки низкого напряжения трансформаторов имеют схему соединения «треугольник»?
79. Как происходит регулирование напряжения трансформатора с помощью устройства ПБВ?
80. Как происходит регулирование напряжения трансформатора с помощью устройства РПН?
81. Какие преимущества и недостатки имеет система возбуждения с генератором переменного тока и полупроводниковым выпрямителем?
82. Поясните конструктивное выполнение бесконтактной системы возбуждения, в чем её преимущество?
83. Как выполняется система самовозбуждения синхронных генераторов, в чем её преимущество и недостатки?
84. Какие преимущества и недостатки имеет система возбуждения с генератором постоянного тока?
85. В каких частях синхронного генератора и по каким причинам происходит выделение тепла?
86. Изобразите структурную схему показывающую основные системы охлаждения синхронных генераторов.
87. Дайте краткую характеристику косвенного воздушного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
88. Дайте краткую характеристику непосредственного воздушного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
89. Какие преимущества и недостатки даёт применение водорода в системах охлаждения синхронных генераторов?
90. Дайте краткую характеристику косвенного водородного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
91. Дайте краткую характеристику непосредственного водородного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
92. Какие преимущества и недостатки даёт применение воды в системах охлаждения синхронных генераторов?
93. Дайте краткую характеристику непосредственного водяного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
94. Какие преимущества и недостатки даёт применение масла в системах охлаждения синхронных генераторов?
95. Дайте краткую характеристику непосредственного масляного охлаждения турбогенераторов, какие преимущества и недостатки данной системы.
96. Назовите способы гашения дуги в электрических аппаратах напряжением до 1000 В.
97. Принцип работы, основные элементы конструкции и область применения выключателей нагрузки.
98. Принцип работы, преимущества и недостатки реакторов БН.

99. Принцип работы автотрансформатора, область применения, преимущества и недостатки.
100. Для каких целей в трансформаторах применяют расщеплённые обмотки?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Назовите основное назначение разъединителей.
2. Назовите потребителей собственных нужд районной подстанции.
3. Условия выбора и проверки трансформаторов тока.
4. В каком случае на подстанциях применяют постоянный оперативный ток?
5. В каком случае на подстанциях применяют переменный оперативный ток?
6. По каким условиям проводят выбор разъединителей и отделителей.
7. Графическое и буквенное обозначение разъединителей и выключателей нагрузки в схемах.
8. Назначение измерительных трансформаторов напряжения, классы точности, условия применения в зависимости от класса точности.
9. Для каких целей предназначены источники оперативного тока?
10. Перечислите типы разъединителей в зависимости от конструкции контактной системы.
11. По каким условиям проводят выбор и проверку силовых выключателей?
12. Изобразите схему подключения ТСН при переменном оперативном токе.
13. Какие системы оперативного тока применяют на подстанциях?
14. Буквенное и графическое обозначение силовых выключателей на схемах.
15. Расшифруйте обозначение разъединителя РВРЗ –1-20/6300УЗ.
16. Перечислите типы силовых выключателей по способу гашения дуги.
17. Изобразите схему РУ 10-1 и поясните особенности ее работы в нормальных и аварийных режимах.
18. Назначение измерительных трансформаторов тока, классы точности, условия применения в зависимости от класса точности.
19. Перечислите дополнительные функции разъединителей.
20. В каких случаях неправильные действия с разъединителем приводят к опасным аварийным ситуациям.
21. Назовите состав районной трансформаторной подстанции.
22. Поясните конструктивное выполнение и состав ячейки отходящей линии КРУН.
23. Условия выбора трансформаторов напряжения.
24. Назовите основные конструктивные части разъединителей.
25. Перечислите требования, предъявляемые к разъединителям.
26. В какой последовательности проводят расчет токов КЗ?
27. Изобразите структурную схему ответвительной подстанции.
28. Расшифруйте обозначение разъединителя РНДЗ.2-110/1000У1.
29. Дайте определение РУ согласно ПУЭ.
30. Дайте определение трансформаторной подстанции согласно ПУЭ.
31. Условия выбора и проверки опорных изоляторов.
32. Графическое и буквенное обозначение на схемах амперметров,

- вольтметров, счётчиков, ваттметров.
33. Графическое и буквенное обозначение трансформаторов тока и напряжения на схемах.
 34. Графическое и буквенное обозначение предохранителей, разрядников и ограничителей перенапряжений на схемах.
 35. Назначение, особенности конструкции и области применения выключателей нагрузки.
 36. Графическое и буквенное обозначение отделителей, короткозамыкателей и токоограничивающих реакторов на схемах.
 37. Назовите состав измерительных приборов, устанавливаемых в КРУН районной подстанции.
 38. Дайте определение комплектного РУ согласно ПУЭ.
 39. Какие номера имеют блочные и мостиковые схемы согласно типовой сетке?
 40. Изобразите структурную схему проходной подстанции.
 41. Что понимают под сборными шинами электроустановок?
 42. Приведите названия схем РУ напряжением 6-220 кВ со сборными шинами.
 43. Чем отличается схема «мостик» от «блочных» схем?
 44. Назовите, какие блоки входят в состав КТПБ.
 45. Назовите источники переменного оперативного тока.
 46. Изобразить упрощенную принципиальную схему РУ 110-4Н.
 47. Изобразить упрощенную принципиальную схему РУ 110-5Н.
 48. Условия электродинамической стойкости для электрических аппаратов и токопроводов.
 49. Условие термической стойкости для электрических аппаратов и проводников.
 50. Назначение, конструкция и типы токоограничивающих реакторов.
 51. Назовите способы ограничения токов КЗ в энергосистемах.
 52. Назовите условия выбора проходных изоляторов.
 53. В какой последовательности проводят механический расчет жестких шин?
 54. Схемы подключения токоограничивающих реакторов на электростанциях.
 55. Для каких целей необходимо проводить расчет токов КЗ?
 56. Определение главной схемы электрических соединений электростанции (подстанции).
 57. Для каких целей составляется структурная схема электроустановки, какие элементы она включает?
 58. Какие электрические аппараты допускается не изображать на упрощенной схеме электрических соединений?
 59. Изобразите структурную схему тупиковой подстанции.
 60. Как разделяют системы сборных шин в зависимости от назначения?
 61. Какими условиями ограничивается максимальный уровень токов КЗ в сетях 35кВ и выше?
 62. Какими условиями ограничивается максимальный уровень токов КЗ в сетях 6-20 кВ?
 63. Какие типы изоляции применяются в конструкции измерительных трансформаторов тока и напряжения?

64. Назначение и типы приводов силовых выключателей.
65. Как определяется ток нормального и ремонтного режима для двухтрансформаторной подстанции?

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 14 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 17 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 18 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Типы электростанций и их характеристика. Синхронные генераторы и силовые трансформаторы	ПК-3	Тест, контрольная работа.
2	Действие токов КЗ на электрооборудование. Электрическая дуга	ПК-3	Тест, контрольная работа.
3	Коммутационные аппараты силовых цепей электростанций и подстанций	ПК-3	Тест, контрольная работа.
4	Электрические схемы распределительных устройств	ПК-3	Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту
5	Подстанции, их характеристика, проектирование, конструкции	ПК-3	Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту.
6	Системы оперативного тока, собственных нужд, измерений	ПК-3	Тест, контрольная работа, требования к курсовому проекту.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение типовых задач осуществляется с использованием выданных

задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Ситников Н.В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. Ч.1. - Электрон. текстовые, граф. дан. (12,5 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 30-00.

8.1.2 Ситников Н.В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. Ч.2. - Электрон. текстовые, граф. дан. (9,0 Мб). / Н.В. Ситников, С.А. Горемыкин - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл. - 30-00.

8.1.3 Ситников Н.В. Электроснабжение [Электронный ресурс] : Справочные материалы: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (5,0 Мб)./ Н.В. Ситников, С.А. Горемыкин - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 1 файл. - 30-00.

8.1.4 Кулеева, Л.И. Проектирование подстанции / Л.И. Кулеева, С.В. Митрофанов, Л.А. Семенова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург : ОГУ, 2016. – 111 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. URL: <https://www.iprbookshop.ru/69935.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader;
- Internet explorer;
- DIALux;
- AutoCAD;
- Компас-График LT;
- SMath Studio.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/> – Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- ФГУП «Стандартинформ». Адрес ресурса: <http://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/>
- Электроцентр Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>
- Netelectro Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления.

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

- Marketelectro Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>
- Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>
- БАЗА ДАННЫХ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ и ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>
- База данных ГОСТов по энергетике. Адрес ресурса: <https://www.ruscable.ru/doc/docgost/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электрические станции и подстанции».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрической части электростанций и подстанций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта обучающиеся должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится тестированием (для очной формы обучения), проверкой контрольной работы (для заочной формы обучения), проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и просмотр видеозаписей по заданной теме, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, нормативно-технической и дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--