

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭНИН:

Завьялов В.М.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ**

**Направление ООП** – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

**Профили подготовки** – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические станции», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника», «Электроэнергетические системы и сети»

**Квалификация** – Бакалавр

**Базовый учебный план приема** – 2012 г.

**Курс** – 3; семестр – 6

**Количество кредитов** – 5

**Код дисциплины Б1.М4.9.2**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
<i>Лекции, ч</i>	24
<i>Лабораторные занятия, ч</i>	8
<i>Практические занятия, ч</i>	32
<b><i>Всего аудиторных занятий, ч</i></b>	64
<i>Самостоятельная работа, ч</i>	64
<b><i>Общая трудоемкость, ч</i></b>	128

**Вид промежуточной аттестации** – зачет, экз., диф. зачет

**Обеспечивающее подразделение** – кафедра электроэнергетических сетей и систем

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент Боровиков Ю.С.

Руководитель ООП

к.т.н., доцент Глазачев А.В.

Преподаватель

к.т.н., доцент Коломиец Н.В.

2015 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Основными целями дисциплины являются:

- формирование знаний по электрической части электростанций,
- знакомство с устройством и работой электрооборудования,
- получение глубоких знаний по физической сущности основных явлений и процессов в электрооборудовании.

Эти знания позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части модуля «Электроэнергетика»; профили – «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические станции», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника», «Электроэнергетические системы и сети».

Указанная дисциплина является одной из профилирующих; имеет как самостоятельное значение, так и является базой для ряда специальных дисциплин.

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

**знать:**

законы электротехники, методы расчета электрических цепей; конструктивное исполнение электрических машин и принцип их работы;

**уметь:**

составлять схемы замещения элементов энергосистемы;

**иметь опыт:**

расчета токов и напряжений для простейших схем в установившемся и переходном режимах.

Пререквизитами данной дисциплины являются: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины».

Кореквизиты – «Электроэнергетические системы и сети».

## 3. Результаты освоения дисциплины

Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им выполнять работу по эксплуатации электрооборудования электростанций и подстанций, используя современные методы, проектировать новые электростанции и подстанции с использованием средств вычислительной техники, вести исследования в области электроэнергетики.

Уровень освоения дисциплины должен позволять обучающимся производить диагностику электрооборудования и организовывать его текущие ремонты.

В соответствии с поставленными целями в результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- технологию производства электроэнергии,
- основное оборудование электрической части электрических станций,
- физические явления и процессы в электроэнергетических устройствах;

**уметь:**

- анализировать работу схем электрических соединений электростанций и подстанций в нормальном и аварийном режимах;
- осуществлять подготовку исходных данных для расчета режимов коротких замыканий по специализированным компьютерным программам;

**владеть:**

- навыками работы с промышленными энергетическими программами
- навыками работы со справочной литературой и нормативно–техническими материалами.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

**1. Общекультурные**

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность к письменной и устной коммуникации на государственном языке: умение логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; готовность к использованию одного из иностранных языков (ОК-2);
- готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3).

**2. Профессиональные**

- готовность работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-8);
- способность разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9).

**3. Профильно – специализированные:**

- способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов.

**4. Структура и содержание дисциплины****4.1 Аннотированное содержание разделов дисциплины (24 час.)****1. Введение (1час)**

Краткие исторические сведения о развитии электроэнергетики России. Современное состояние, проблемы и текущие задачи энергетики в целом и Сибирского региона. Общие сведения об электроустановках. Понятие об электрической системе. Типы электростанций и их особенности. Принципиальная электрическая схема станции. Основное и вспомогательное оборудование и его назначение. Графики нагрузок электроустановок.

**2. Основное электрооборудование электростанций (4 час.)**

Синхронные генераторы: основные характеристики, системы охлаждения, системы возбуждения, автоматическое гашение поля.

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы: основные характеристики, системы охлаждения, включение на параллельную работу, допустимые систематические и аварийные перегрузки. Способы заземления нейтрали основного электрооборудования.

Основные величины, характеризующие режимы заземления нейтрали электрических систем. Особенности электрических сетей с незаземленной (изолированной), резонансно-заземленной, резистивной и эффективно-заземленной нейтралью.

### **3. Токи короткого замыкания (4 час.)**

Особенности расчетов токов короткого замыкания (КЗ) для выбора и проверки электрических аппаратов токоведущих частей. Электродинамическое и термическое действие токов КЗ. Координация токов КЗ (способы и методы ограничения токов КЗ).

### **4. Шинные конструкции и токоведущие проводники в электроустановках (2 час.)**

Типы проводников, применяемых в электроустановках. Выбор сечения жестких, гибких проводников, сборных шин и их проверка.

### **5. Гашение дуги в электрических аппаратах (1 час.)**

Процесс отключения электрической цепи выключателем. Физические явления при гашении дуги постоянного и переменного тока. Отключение цепи переменного тока при индуктивной нагрузке. Способы гашения дуги в электрических аппаратах.

### **6. Электрические аппараты и их выбор (5 час.)**

Классификация аппаратов высокого напряжения. Основные характеристики и конструктивные элементы выключателей. Типы выключателей, область применения. Классификация разъединителей, типы и область применения разъединителей. Основные характеристики измерительных трансформаторов тока и напряжения. Типы трансформаторов тока и напряжения, применяемых в электроустановках разных напряжений. Условия выбора и проверки электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов, токоограничивающих реакторов.

### **7. Схемы электрических соединений станций и подстанций (3 час.)**

Основные требования к главным схемам электроустановок. Особенности главных схем ТЭЦ, КЭС, подстанций. Схемы электрических соединений, применяемых в распределительных устройствах 6-500 кВ электростанций и подстанций, их преимущества и недостатки. Работа схем в нормальных, ремонтных и аварийных режимах.

### **8. Собственные нужды электрических станций и подстанций (2 час.)**

Основные характеристики механизмов собственных нужд. Типы приводов, применяемых для этих механизмов. Источники питания собственных нужд и их резервирование. Схемы питания собственных нужд ТЭЦ, КЭС и подстанций.

### **9. Источники оперативного тока, управление и сигнализация на электростанциях и подстанциях (2 час.)**

Источники оперативного тока (аккумуляторы и преобразователи), область их применения. Режимы работы аккумуляторных установок на электростанциях и мощных подстанциях. Дистанционное управление выключателями. Виды сигнализации: положения коммутационных аппаратов, аварийная, предупреждающая.

#### 4.2. Содержание практического раздела дисциплины

##### 4.2.1. Тематика практических занятий (32 час.)

1. Построение вариантов структурных схем электростанций и подстанции (4 час.).
2. Выбор трансформаторов связи на электростанциях и подстанциях (4 час.).
3. Расчет токов продолжительных режимов и короткого замыкания для выбора и проверки проводников и аппаратов (4 час.).
4. Выбор средств ограничения токов КЗ на электростанциях и подстанциях (4 час.).
5. Выбор электрических аппаратов: выключателей, разъединителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения (6 час.).
6. Выбор жестких, гибких шин и силовых кабелей (2 час.).
7. Выбор распределительных устройств: ЗРУ, ОРУ, КРУ(Н) (2 час.).
8. Примеры построения главных схем электростанций и подстанций (4 час.).
9. Выбор источников оперативного тока (2 час.).

##### 4.2.2. Тематика лабораторных работ (8 час.)

1. Подготовка базы данных для ПК «Мустанг» (2 часа).
2. Расчет и отладка установившегося режима электростанции (2 час.).
3. Расчет перетоков мощностей в трансформаторах (автотрансформаторах) связи при различных режимах работы электроустановки (2 час.).
4. Расчет токов трехфазного КЗ на шинах распределительных устройств электростанции (2 час.).

#### 4.3 Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения

Таблица №1

Название разделов	Аудиторная работа (час.)			СРС (час.)	Итого (час.)
	Лекц.	Практич. занятия	Лаб. зан.		
1. Введение	1			4	5
2. Основное электрооборудование электростанций	4	Тема 1, 2 8 час.	ЛБ 1 2 час.	8	22
3. Токи короткого замыкания. Координация токов КЗ	4	Тема 3, 4 8 час.		8	20
4. Шинные конструкции и токоведущие проводники в электроустановках	2	Темы 6 2 час.	ЛБ 2 2 час.	6	12
5. Гашение дуги в электрических аппаратах	1	Тема 7 2 час.		4	7
6. Электрические аппараты и их выбор	5	Тема 5, 6 час.	ЛБ 3 2 час.	10	23
7. Схемы электрических соединений станций и подстанций	3	Тема 8, 4 час.		10	17
8. Собственные нужды электрических станций и подстанций.	2	Тема 9, 2 час.	ЛБ 4 2 час.	6	12
9. Источники оперативного тока, управление и сигнализация на электростанциях и подстанциях	2			8	10
Всего по формам обучения	24	32	2	64	128

## 5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие методы образовательных технологий:

- *опережающая самостоятельная работа;*
- *методы ИТ;*
- *междисциплинарное обучение;*
- *проблемное обучение;*
- *обучение на основе опыта;*
- *исследовательский метод.*

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, курсовое проектирование, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации,

Специфика сочетания перечисленных методов и форм организации обучения отражена в матрице (табл. 2).

Таблица 2.

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Формы ОО	Лекц.	Пр. зан.	Лаб. зан.	СРС	КП
Методы					
Опережающая самостоятельная работа		X	X		
Методы ИТ			X	X	X
Междисциплинарное обучение	X	X	X		X
Проблемное обучение			X		X
Обучение на основе опыта	X	X	X		X
Исследовательский метод			X	X	X

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение СР студентов

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Для реализации творческих способностей и более глубокого освоения дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы: 1) *текущая* и 2) *творческая проблемно – ориентированная*.

**6.1. Текущая самостоятельная работа**, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений включает:

– работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;

- опережающую самостоятельную работу;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, зачету, экзамену.

## **6.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) предусматривает:**

- выполнение курсового проекта;
- исследовательскую работу и участие в научных студенческих конференциях, и олимпиадах;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

## **6.3. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

6.3.1. С целью развития творческих навыков у студентов при изучении настоящей дисциплины определен перечень *тем научно-исследовательских работ и рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана (выдаются наиболее одаренным студентам)*:

- Технические средства на электростанциях для перераспределения реактивной нагрузки между генераторами и изменения перетоков реактивной мощности по обмоткам автотрансформаторов связи.
- Оборудование на электростанции для изменения загрузки генераторов по активной мощности.
- Конструктивные факторы, ограничивающие единичные мощности турбогенераторов. Технические меры для увеличения единичной мощности современного синхронного генератора без нарушения конструктивных ограничений.

6.3.2. *Тема курсового проекта* – «Проектирование электрической части станций или подстанций».

Тематика курсового проекта связана с выбором вариантов схем электрических соединений станции (подстанции) и расчетом токов КЗ. Графическая часть проекта представляет собой главную схему электрических соединений проектируемой станции или подстанции в соответствии с требованиями ГОСТов и ЕСКД на электрооборудование. Все графические материалы: главная схема, планы и разрезы ячеек распределительных устройств, схемы управления и сигнализации и др. выполняются в виде электронных файлов.

Курсовой проект позволяет проявить творческие навыки, приобрести практический опыт решения инженерной задачи, закрепить и усвоить теоретический материал. Вопросы курсового проекта охватывают 70-75% теоретического лекционного материала и практических занятий.

6.3.3. *Темы индивидуальных заданий для реферативных работ:*

- конструкции и типы высоковольтных выключателей;
- типы и конструкции распределительных устройств в электроустановках высокого напряжения;
- классификация разъединителей, типы и область применения разъединителей;

- типы проводников, применяемых в электроустановках. Выбор сечения жестких, гибких проводников, сборных шин и их проверка;
- основные требования к главным схемам электроустановок. Особенности главных схем ТЭЦ, КЭС, подстанций;
- режимы сети с изолированной нейтралью и выбор дугогасящих реакторов;
- устройства ограничения токов короткого замыкания и особенности их применения;
- представление параметров электрической схемы замещения в именованных единицах;
- система возбуждения и автоматического регулирования тока возбуждения синхронной машины;
- средства ограничения токов короткого замыкания и их сравнительная эффективность.

#### *1.3.4. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:*

- Характеристики водородной системы охлаждения для турбогенераторов.
- Характеристики воздушной системы охлаждения для турбогенераторов.
- Характеристика электромашинной системы возбуждения турбогенераторов.
- Характеристика высокочастотной системы возбуждения турбогенераторов.
- Способы прохождения максимума нагрузки энергосистемы.

### **6.4. Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством:

- защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения;
- защиты рефератов по выполненным обзорным работам и проведенным исследованиям;
- представления выполненного материала по курсовому проекту;
- результатов ответов на контрольные вопросы (вопросы предоставляются в электронной форме);
- опроса студентов на практических занятиях;

Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг-планом, предусматривающем все виды учебной деятельности.

### **6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

При выполнении самостоятельной работы студенты имеют возможность пользоваться специализированными источниками, учебно-методическими материалами и *Internet*-ресурсами (представлены в разделе 9).

### **7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины**

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных модулей разработаны и используются следующие средства:

- список контрольных вопросов по отдельным темам и разделам (приведен в Приложении 1);



- комплект заданий по теоретическим и практическим вопросам в тестовой форме (40 шт. по 10 вопросов в тесте);
- перечень тем научно-исследовательских работ и рефератов по наиболее проблемным задачам и вопросам теоретического и практического плана изучаемой дисциплины (представлены в п. 6.3);
- комплект задач для закрепления теоретического материала;
- методические указания к лабораторным работам и отчеты по результатам их выполнения;
- задания по курсовому проекту.

Для промежуточной аттестации подготовлен комплект билетов – 25 шт.; билеты содержат два теоретических вопроса и задачу. Для защиты курсового проекта имеется перечень вопросов; защита осуществляется в форме собеседования.

### **8. Рейтинг качества освоения дисциплины**

Текущий контроль качества освоения отдельных тем и модулей дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения проекта) оценивается в баллах, в соответствии с рейтинг-планом по теоретической части и отдельно по курсовому проектированию. Для стимулирования студентов в выполнении творческой самостоятельной работы в составе текущего контроля предусмотрено 6 баллов. При промежуточной аттестации успешное выполнение тем рефератов или исследовательской работы дополнительно оценивается в 5–10 баллов.

Промежуточная аттестация (экзамен, дифференцированный зачет) производится в конце семестра и также оценивается в баллах. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов, полученных на промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена.

Максимальный балл текущего контроля составляет 60, промежуточной аттестации (экзамен или зачет) с учетом индивидуальных заданий – 40; максимальный итоговый рейтинг – 100 баллов.

Оценке «отлично» соответствует 85...100 баллов; «хорошо» – 70...84; «удовлетворительно» – 55...69; менее 55 – «неудовлетворительно»; «зачет» – 55...100.

### **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник; Учебное пособие.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.-480 с.-(Высшее образование).

2. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: учебное пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 288 с.

3. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования : учебное пособие / под ред. И. П. Крючкова; В. А. Старшинова. — Москва: Академия, 2005. — 412 с.

4 Пособие для изучения правил технической эксплуатации электрических станций и сетей. Электрическое оборудование. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 352 с.

5. Электрооборудование электрических станций и подстанций: Учебник /

Л.Д.Рожкова и др.-М.: Академия, 2004.-448 с.

6. Пособие для изучения правил технической эксплуатации электрических станций и сетей. Тепломеханическая часть. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2007. – 416 с.

7. Электрическая часть станций и подстанций. Васильев А.А., Крючков И.П., Наяшкова Е.Ф. и др. -М.: Энергоатомиздат, 1990. - 576 с.

8. Электрическая часть электростанций. Усов С.В., Кантан В.В., Кизеветтер Е.Н. и др. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 616 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций.- 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.

2. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 607 с.

3. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: ЭНАС, 2012. — 376 с

4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации . М-во топлива и энергетики РФ, РАО " ЕЭС России ": РД34.20.501 - 95. - 15-е изд., перераб. и доп. – Спб.:Деан, 2000.-325 с.

5. Правила устройства электроустановок / Министерство энергетики Российской Федерации.-М.: НЦ ЭНАС, 2003.-176 с.

6. Электротехнический справочник. Т2: Электротехнические изделия и устройства / Под ред. В.Г.Герасимова.- М.:Изд-во МЭИ, 2001.-517 с.

7. Электротехнический справочник. Т3: Производство, передача и распределение электрической энергии / Под ред. В.Г.Герасимова.- М.:Изд-во МЭИ, 2002.- 964 с.

8. Вайнштейн Р.А., Шестакова В.В., Коломиец Н.В. Программные комплексы в учебном проектировании электрической части станций: учебное пособие (гриф УМО). – Томск: Изд-во ТГУ, 2010. – 123 с.

9. Вайнштейн Р.А., Шестакова В.В., Коломиец Н.В. Режимы работы нейтрали в электрических системах (гриф УМО): учебное пособие. – Томск: Изд-во ТГУ, 2010. – 115 с.

10. Коломиец Н.В., Шестакова В.В., Пономарчук Н.Р. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 143 с.

#### **Программное обеспечение и Internet-ресурсы:**

1. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов и переходных процессов «Мустанг».

2. Профессиональный программный комплекс для расчета установившихся режимов «РАСТР».

3. Программные комплексы общего назначения: «Mathcad», «Electronics Workbench».

#### **4. Internet-ресурсы:**

4.1. Вайнштейн Р.А., Шестакова В.В. Электронный учебник. «Управление нормальными и аварийными режимами электроэнергетических систем»

[http://e-le.lcg.tpu.ru/public/URS\\_iep8/index.html](http://e-le.lcg.tpu.ru/public/URS_iep8/index.html)

4.2. Сайт компании "Силовые машины" <http://www.power-m.ru/>

4.3. Сайт НПШ «ТестЭлектро» <http://testelektro.ru/>

### **10. Материально – техническое обеспечение дисциплины**

– лабораторные работы проводятся в специализированных учебных лабораториях; компьютеры подключены к сети учебного корпуса ЭНИН с выходом в *Internet*; при выполнении лабораторных работ используются профессиональные программные комплексы;

– практические занятия проводятся в компьютерных классах;

– лекции читаются в учебных аудиториях с использованием технических средств; материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» подготовки бакалавров; профили: «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электрические станции», «Электроснабжение промышленных предприятий», «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника», «Электроэнергетические системы и сети».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетических систем».

(протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.)

Автор \_\_\_\_\_ Н.В. Коломиец, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС.

Рецензент \_\_\_\_\_ С.М. Юдин, к.т.н., доцент кафедры ЭЭС .

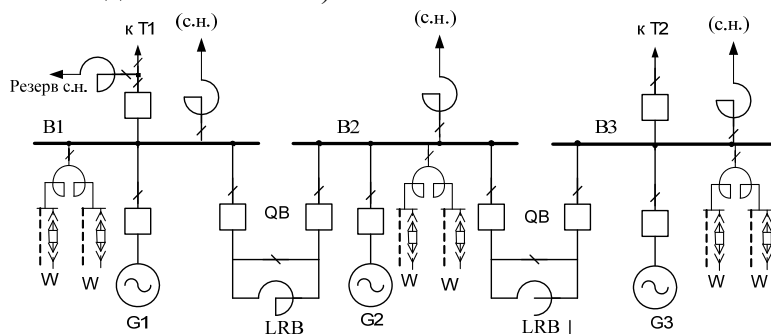
## Приложение 1

### Вопросы текущего контроля

1. Особенности технологических процессов ТЭЦ, КЭС, ГЭС, ГАЭС, АЭС.
2. Пояснить какие шины – трехполосные или коробчатого сечения – при одинаковой затрате металла будут обладать большей нагрузочной способностью.
3. При каких условиях электрические сети выполняются с резонансно-заземленными нейтралями?
4. Особенности отключения цепи переменного тока по сравнению с цепью постоянного тока.
5. Назначение шунтирующих резисторов в выключателях.
6. Чем определяется тип и конструкция высоковольтного выключателя?
7. Назовите достоинства и недостатки вакуумных и элегазовых выключателей.
8. Определение собственного и полного времени отключения выключателя.
9. Укажите назначение и область применения автоматических выключателей, контакторов и магнитных пускателей.
10. Понятие класса точности. Классы точности, установленные для ТА и TV.
11. Физическая величина, определяющая погрешности ТА и TV.
12. Преимущества непосредственного охлаждения турбогенераторов по сравнению с косвенным.
13. Агенты (вещества), применяемые для охлаждения турбогенераторов.
14. Как обеспечивается независимость работы электромашинных систем возбуждения от напряжения на выводах генератора?
15. Вид (закон) изменения тока возбуждения при срабатывании АГП с активным гасительным сопротивлением и дугогасительной решеткой воздушного автомата. При каком способе время гашения магнитного поля меньше.
16. Назначение обходной системы сборных шин. В РУ какого напряжения применяются схемы с обходной системой шин и при каких условиях?
17. Достоинства и недостатки схем 3/2, 4/3 выключателя на присоединение (цепь), укажите область их применения.
18. Преимущества схем 3/2, 4/3 выключателя на присоединение по сравнению со схемой – две рабочих системы шин с обходной.

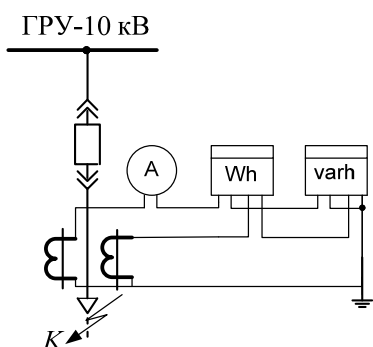
## Приложение 2 Итоговый контроль Билет № 1

1. Дать характеристику указанной схемы электрических соединений (назвать схему, на каком напряжении применяется и в каких электроустановках, достоинства и недостатки схемы).



2. Типы проводников, применяемые в основных цепях ТЭЦ (цепь генератора, сборные шины, цепь трансформатора связи). Условия выбора сечения сборных шин ГРУ?

### 3. Задача



Выбрать и проверить трансформатор тока в цепи потребительской линии, присоединенной к шинам ГРУ-10 кВ ТЭЦ.

$$P_{\text{линии}} = 6 \text{ МВт}; \cos \varphi = 0,92.$$

Расчётные токи КЗ в точке К :

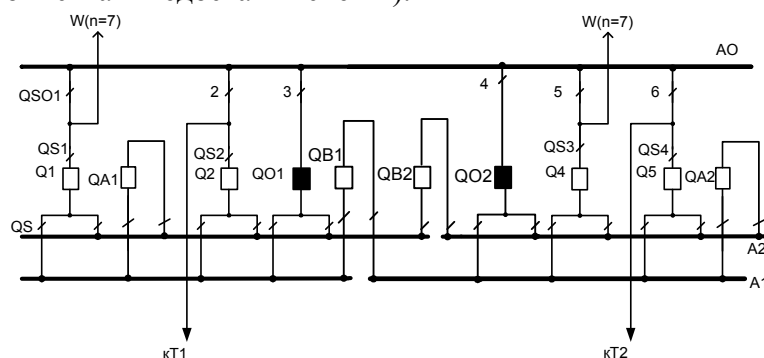
$$I_{\text{по. К}} = 15 \text{ кА}; i_{\text{у. К}} = 36,5 \text{ кА}.$$

Время отключения тока КЗ с учётом  $T_a$

принять  $t_{\text{откл}} = 1,2 \text{ с}; R_2 = 6 \text{ Ом}.$

## Билет № 2

2. Дать характеристику указанной схемы электрических соединений (назвать схему, на каком напряжении и когда применяется, в каких электроустановках? Достоинства и недостатки схемы).



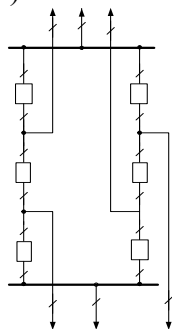
2 Термическое действие токов КЗ. Что понимают под термической стойкостью проводников и аппаратов?

3.Задача

Выбрать трансформатор напряжения, присоединённый ко второй секции ГРУ-10 кВ. Суммарная вторичная нагрузка трансформатора напряжения составляет 350 ВА. К трансформаторам напряжения присоединяются счётчики электрической энергии по которым ведётся коммерческий расчёт. Указать схему соединений обмоток трансформаторов напряжения.

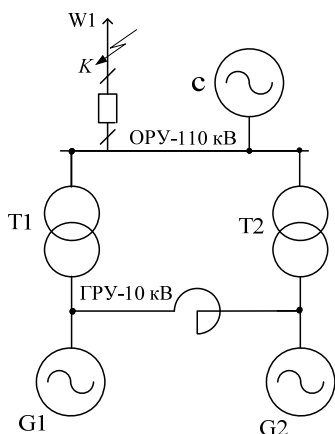
**Билет № 3**

3. Дать характеристику указанной схемы электрических соединений (назвать схему, на каком напряжении применяется и в каких электроустановках, достоинства и недостатки схемы).



2. Электрические сети с резонансно-заземленной нейтралью.

3.Задача



Выбрать и проверить разъединитель в цепи линии W1, присоединенной к шинам ОРУ-110 кВ ТЭЦ.

$$P_{W1} = 40 \text{ МВт}; \cos \varphi = 0,85.$$

Расчётные токи КЗ в точке К :  $I_{по, К} = 15 \text{ кА}$  ;

$$I_{п.т, К} = 13,2 \text{ кА}; i_{ат, К} = 7,1 \text{ кА};$$

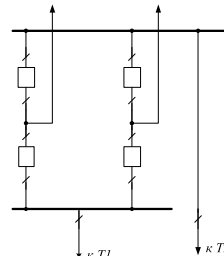
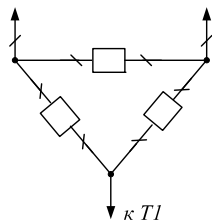
$$i_{у, К} = 36,5 \text{ кА}.$$

Время отключения тока КЗ с учётом  $T_a$  принять

$$t_{откл} = 0,2 \text{ с}.$$

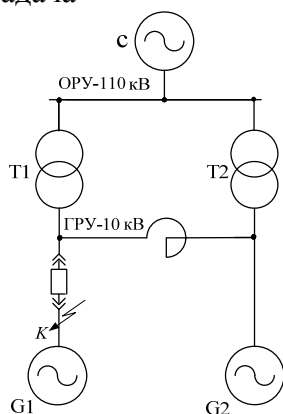
### Билет № 4

4. Дать характеристику указанных схем электрических соединений (назвать схему, на каком напряжении и когда применяется, в каких электроустановках? Достоинства и недостатки схемы).



1. Режимы работы нейтрали электрических сетей высокого напряжения; общие сведения.

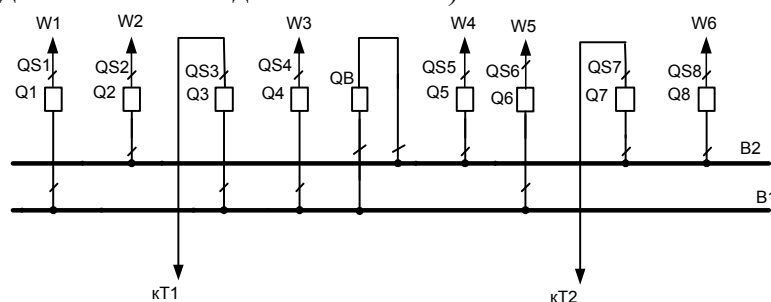
#### 3.Задача



- Выбрать и проверить выключатель в цепи генератора G1 T2-12 -2, присоединенного к шинам ГРУ-10 кВ ТЭЦ.  
 ГРУ-10 кВ выполнено комплектным с использованием шкафов К-104М.  
 $P_{G1} = P_{G2} = 12,0$  МВт;  $U_{ном} = 10,5$  кВ;  $\cos \varphi = 0,8$ .  
 Расчётные токи КЗ в точке К :  
 Суммарные токи в точке К –  $I_{по, K} = 27,3$ кА ;  
 $I_{п.л, K} = 24,8$  кА ;  $i_{ат, K} = 18$  кА ;  $i_{y, K} = 65,5$  кА ;  
 токи со стороны генератора G1 –  $I_{по, G1} = 7,11$  кА ;  
 $I_{п.л, G1} = 5,83$  кА ;  $i_{ат, G1} = 7$  кА ;  $i_{y, G1} = 19,2$  кА.  
 Время отключения тока КЗ с учётом  $T_a$  принять  $t_{откл} = 0,3$  с.

### Билет № 5

1. Дать характеристику указанной схемы электрических соединений (назвать схему, на каком напряжении и когда применяется, в каких электроустановках, достоинства и недостатки схемы).



2. Автоматическое гашение поля генератора

#### 3.Задача

Выбрать сечение сборных шин 220 кВ и токоведущие части от сборных шин до выводов блочного трансформатора. Генератор типа ТВФ-200-2 работает в боксе с трансформатором ТДЦ-250000/220,  $T_{max} = 5000$  ч. Токи короткого замыкания на шинах 220 кВ:  $I_{по}^{(3)} = 8$  кА,  $i_{уд} = 20$  кА.