

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**М. С. Харитонов**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСТАНЦИЙ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 631.371

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
А. Ю. Никишин

Харитонов, М. С.

Проектирование подстанций систем электроснабжения: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по выполнению лабораторных работ для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / М. С. Харитонов. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 38 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ представлены материалы по устройству и принципу действия лабораторной установки, указания по проведению экспериментальных исследований. Лабораторные работы предназначены для практического закрепления теоретического материала по проектированию распределительных устройств подстанций электроснабжения.

Рис. – 12, список лит. – 8 наименований.

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 30.06.2022 г.

## Оглавление

Введение .....	4
Правила техники безопасности.....	4
1. Общие требования охраны труда .....	6
2. Требования по охране труда перед началом работы .....	7
3. Требования охраны труда во время работы .....	7
4. Требования охраны труда по окончании работы.....	7
5. Требования охраны труда в аварийных ситуациях .....	8
Лабораторная работа № 1 «Изучение схем распределительных устройств с одной несекционированной системой сборных шин».....	8
Лабораторная работа № 2 «Изучение распределительных устройств по схеме «блок линия-трансформатор» .....	12
Лабораторная работа № 3 «Изучение распределительных устройств по схеме «мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов» .....	15
Лабораторная работа № 4 «Изучение распределительных устройств по схеме «заход - выход».....	18
Лабораторная работа № 5 «Изучение распределительных устройств с одной секционированной системой шин» .....	21
Лабораторная работа № 6 «Изучение распределительных устройств с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин» .....	24
Лабораторная работа № 7 «Изучение распределительных устройств с двумя системами сборных шин с шиносоединительным выключателем» .....	28
Лабораторная работа № 8 «Изучение распределительных устройств с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателями» .....	31
Лабораторная работа № 9 «Изучение распределительных устройств со схемой «четырёхугольник» .....	34
Рекомендуемая литература.....	37

## Введение

Дисциплина «Проектирование подстанций систем электроснабжения» формирует у обучающихся способность и готовность к участию в проектировании подстанций систем электроснабжения.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков в области проектирования электроустановок, включая положения соответствующих нормативных документов, базовые подходы к проектированию, методы обоснования и выбора целесообразных решений.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение организационных проблем проектирования, основных критериев при принятии решений по проектированию электроустановок;
- освоение методов расчета основных параметров, определяющих выбор структуры и конструкции электроустановок, внутренних и внешних связей и применяемого электротехнического оборудования;
- изучение принципов проектирования электрических схем с учетом требований соответствующих нормативных документов;
- изучение компоновок электроустановок и принципов проектирования распределительных устройств различных классов напряжения.

По завершении изучения дисциплины «Проектирование электроустановок электростанций и подстанций» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

знать:

- нормативные документы, основные источники научно-технической информации по проектированию электроустановок подстанций и энергосистем;
- технические средства для измерения основных параметров на подстанциях и системах электроснабжения;
- схемы и элементы основного оборудования подстанций и систем электроснабжения;
- принципы распределения электрической энергии в сетях до 1000 В и выше 1000 В;

уметь:

- самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для проектирования подстанций и систем электроснабжения;
- обосновывать принятие конкретного технического решения, исходя из технико-экономического анализа различных вариантов структурных схем подстанций и систем электроснабжения;

владеть:

- основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации по выбору нового оборудования;

– современными информационными технологиями, сетевыми компьютерными технологиями, средствами компьютерной графики, базами данных и пакетами прикладных программ при проектировании подстанций и систем электроснабжения.

Выполнение обучающимся данных лабораторных работ проводится с целью развития знаний, умений и навыков в области структуры, элементной базы, схмотехнических решений и основ эксплуатации распределительных устройств электростанций и подстанций.

Задачами освоения лабораторного практикума являются:

– изучение типовых схемных решений распределительных устройств электроустановок;

– ознакомление с основным электрооборудованием распределительных устройств электроустановок;

– изучение нормативных документов в области принципиальных схем распределительных устройств электроустановок;

– освоение методов построения принципиальных схем распределительных устройств электроустановок;

– ознакомление с принципами выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах подстанций систем электроснабжения.

## **Правила техники безопасности**

### **1. Общие требования охраны труда**

Безопасность жизнедеятельности при проведении лабораторных работ в лабораториях кафедры энергетики обязательна для профессорско-преподавательского состава, учебно-вспомогательного персонала и студентов.

К проведению лабораторных работ допускаются лица, прошедшие инструктаж с росписью в журнале. Инженер, обслуживающий лабораторию, должен иметь группу допуска с ежегодной проверкой. В лаборатории должна быть медицинская аптечка с набором медикаментов первой медицинской помощи, комплект средств пожаротушения. На видном месте должна висеть инструкция по противопожарной технике безопасности.

Во время проведения занятий запрещено находиться в лаборатории в верхней одежде либо размещать ее там. Перед проведением лабораторных занятий студенты обязаны изучить лабораторную работу. Перед началом работы инженер или преподаватель проверяет исправность стенов. Без разрешения преподавателя проведение лабораторных работ запрещается. Запрещается изменять схему лабораторной работы. При проведении лабораторных работ на столах не должно быть ничего из посторонних предметов. Всякие работы по устранению неисправностей под напряжением категорически запрещаются. При сборке схемы применяют только стандартные провода с наконечниками. При возникновении неисправностей стенд должен быть немедленно отключен от сети.

Категорически запрещается оставлять без присмотра работающие стеноды. При появлении запаха гари немедленно отключить стенд. В случае поражения электрическим током немедленно обесточить стенд и приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.

Ответственный за проведение лабораторных работ уходит последним из лаборатории, убедившись, что рабочее место убрано, а стеноды отключены.

При эксплуатации действующих электроустановок запрещается использовать оборудование в условиях, не соответствующих требованиям инструкции организации-изготовителей, или оборудование, имеющее неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать провода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией; пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими электроустановочными изделиями.

## **2. Требования по охране труда перед началом работы**

1. Осмотреть состояние помещения: достаточно ли освещенность, работает ли вентиляция проветривания помещения, позволяет ли температура в помещении комфортно проводить работы без верхней одежды, не загромождено ли место проведения занятий посторонними предметами.
2. Осмотреть состояние электрических соединений, рубильников, автоматов и прочих переключающих средств.
3. Проверить наличие средств защиты.
4. Убрать все посторонние предметы, которые могли бы создавать неудобство в сборке схемы лабораторной работы.
5. Если необходимо, вывесить предупреждающие плакаты.
6. Лабораторная работа проводится только с исправными приборами.
7. Руководитель перед началом работы проводит инструктаж по технике безопасности и контролирует весь процесс работы.
8. К моменту проведения лабораторной работы все стенды должны быть проверены и готовы.
9. Все студенты должны расписаться в контрольном листе.
10. Студенты должны внимательно изучить описание работы, при необходимости выяснить неясные моменты.

## **3. Требования охраны труда во время работы**

1. Лабораторная работа проводится только в присутствии преподавателя.
2. На проведение лабораторной работы разрешение дает лично руководитель занятий после проверки правильно собранной схемы.
3. Руководитель должен следить, чтобы в схеме не было открытых оголенных проводов. При обнаружении недостатков такая работа должна быть немедленно приостановлена.
4. Во время проведения лабораторной работы все проходы должны быть освобождены, доступ к стендам должен быть свободным.
5. Во время проведения лабораторной работы запрещается оставлять включенный стенд без присмотра.
6. При выявлении запаха гари следует немедленно обесточить стенд и доложить руководителю.

## **4. Требования охраны труда по окончании работы**

1. По окончании лабораторной работы стенд обесточивается, все приборы и соединительные провода отсоединяются и убираются.
2. О выявленных неисправностях доложить руководителю занятий.
3. Выключить освещение лаборатории, закрыть помещение на замок

## **5. Требования охраны труда в аварийных ситуациях**

1. При возникновении неисправностей во время проведения лабораторной работы необходимо немедленно обесточить стенд.

2. При обнаружении пожара необходимо:

- прекратить работу, оповестить окружающих о пожаре;
- сообщить о пожаре на вахту, сообщить о возгорании в пожарную охрану по тел. **01** или по тел. **101 (112)** мобильной связи, сообщить при этом точное место пожара, что горит, свою фамилию;

- принять меры по эвакуации людей и спасению оборудования;
- отключить от сети электрооборудование;
- приступить к тушению пожара своими силами с помощью имеющихся подручных средств пожаротушения;

- если погасить очаг горения не представляется возможным, необходимо плотно закрыть окно, дверь не запирая замок и покинуть опасную зону.

3. При поражении электрическим током немедленно обесточить стенд и приступить к оказанию первой помощи пострадавшему. При необходимости вызвать скорую помощь по тел. **03**. или по тел. **103 (112)** мобильной связи.

### **Лабораторная работа № 1 «Изучение схем распределительных устройств с одной несекционированной системой сборных шин»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах по схемам с одной несекционированной системой шин. Изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки распределительных устройств с одной несекционированной системой сборных шин.

#### **ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:**

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.



## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Схема с одиночной несекционированной системой шин – наиболее простая схема, применяющаяся в сетях 6–35 кВ. Ее преимуществом является ее простота и низкая себестоимость (рисунок 1.1).

В данной схеме количество выключателей равно числу присоединений к сборным шинам. В каждой цепи кроме выключателя устанавливаются шинный и линейный разъединители, обеспечивающие отделение выключателей от остальной схемы во время проведения ремонта.

Схема с одиночной несекционированной системой шин имеет множество недостатков. В ней только один источник питания. Ремонт сборных шин или шинных разъединителей требует отключения всего распределительного устройства, что приводит к прекращению электроснабжения потребителей на весь период ремонта. При коротких замыканиях на сборных шинах происходит отключение всей установки. Кроме того, для производства ремонта выключателя необходимо отключать соответствующее присоединение. Такая схема применяется только для электроснабжения электроустановок потребителей 2-й категории надежности в сетях напряжением 6–35 кВ. Вследствие своих недостатков схема РУ с одиночной несекционированной системой шин широкого распространения не получила.

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

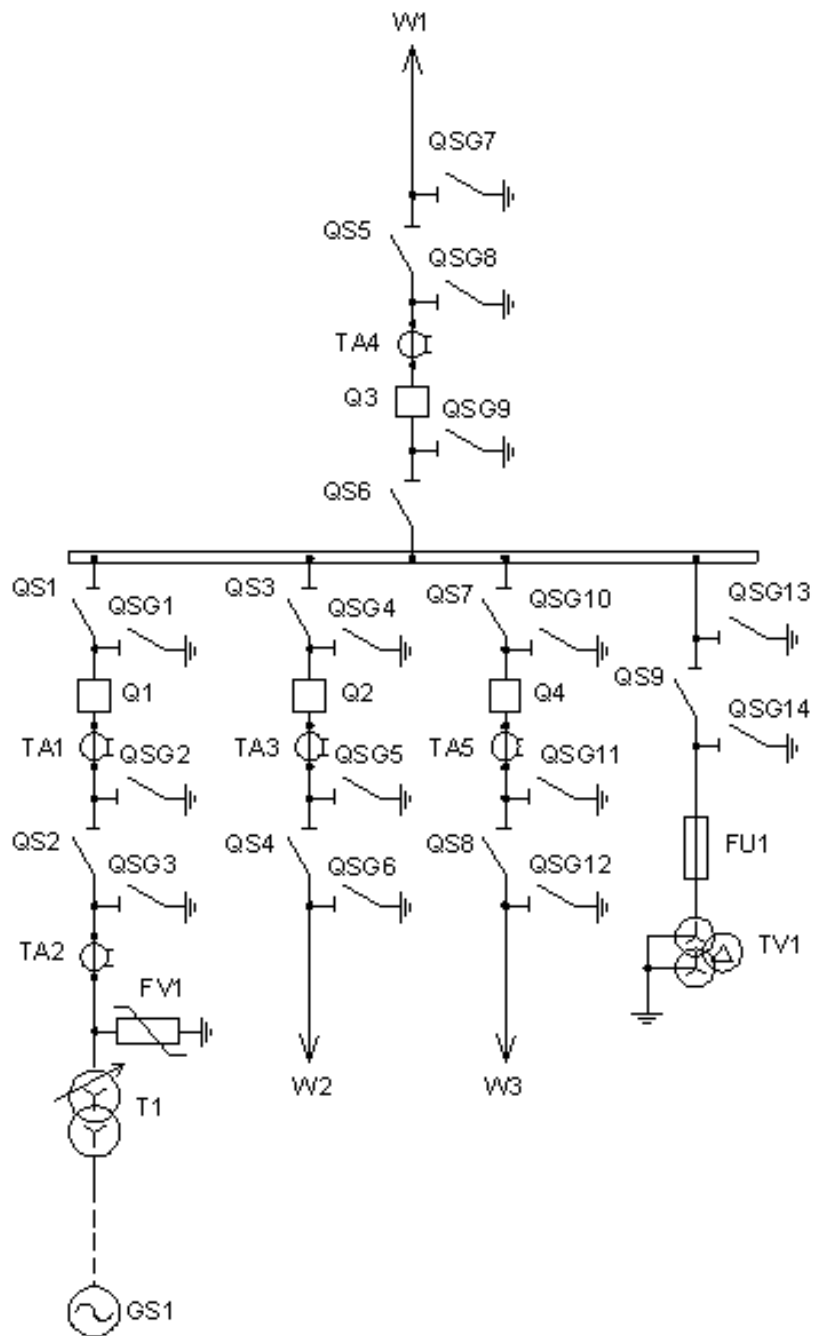


Рисунок 1.1 – Электрическая схема соединений РУ с одиночной несекционированной системой сборных шин

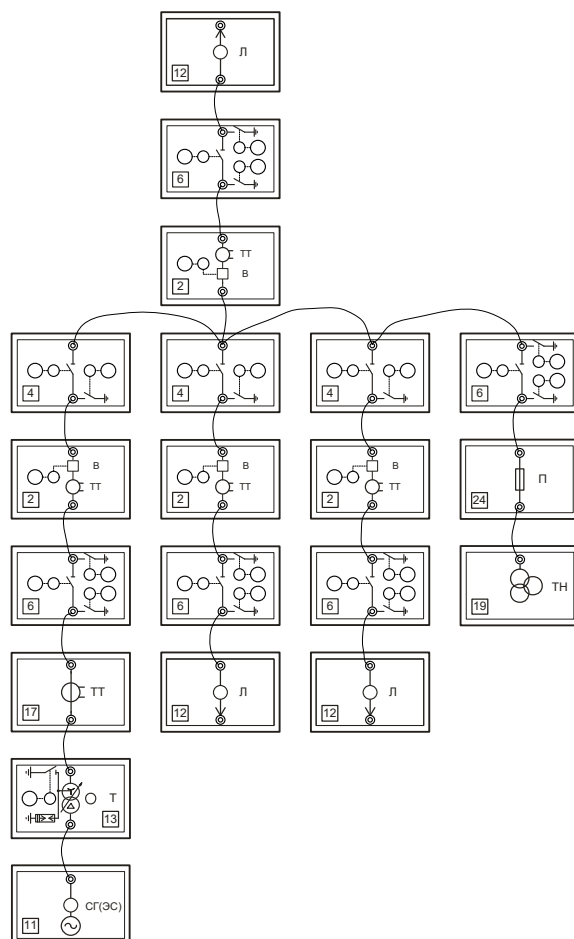


Рисунок 1.2 – Монтажная схема соединений модели РУ с одиночной несекционированной *системой* сборных шин

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите монтажную схему соединений (рисунок 1.2).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание отчета; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Схема распределительного устройства с одной несекционированной системой сборных шин: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения распределительного устройства с одной несекционированной системой сборных шин.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при: выводе выключателя в ремонт, вводе выключателя в работу, отключения генератора, включения генератора.

## **Лабораторная работа № 2 «Изучение распределительных устройств по схеме «блок линия-трансформатор»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах по схемам «два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии». Изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки распределительных устройств с одной несекционированной системой сборных шин.

## ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

На двухтрансформаторных подстанциях напряжением 35–220 кВ применяется схема «блок линия–трансформатор» с выключателем и неавтоматической перемычкой со стороны линии. Блочные схемы просты, экономичны, но при повреждениях в линии или в трансформаторе автоматически отключаются линия и трансформатор. Основные условия применения:

а) Тупиковая или ответвительная подстанция с одно- или двухсторонним питанием, подключенная к двухцепной линии, от которой запитаны и другие подстанции.

б) В нормальном режиме разъединители в неавтоматической перемычке отключены, остальные разъединители, а также выключатели в схеме включены.

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

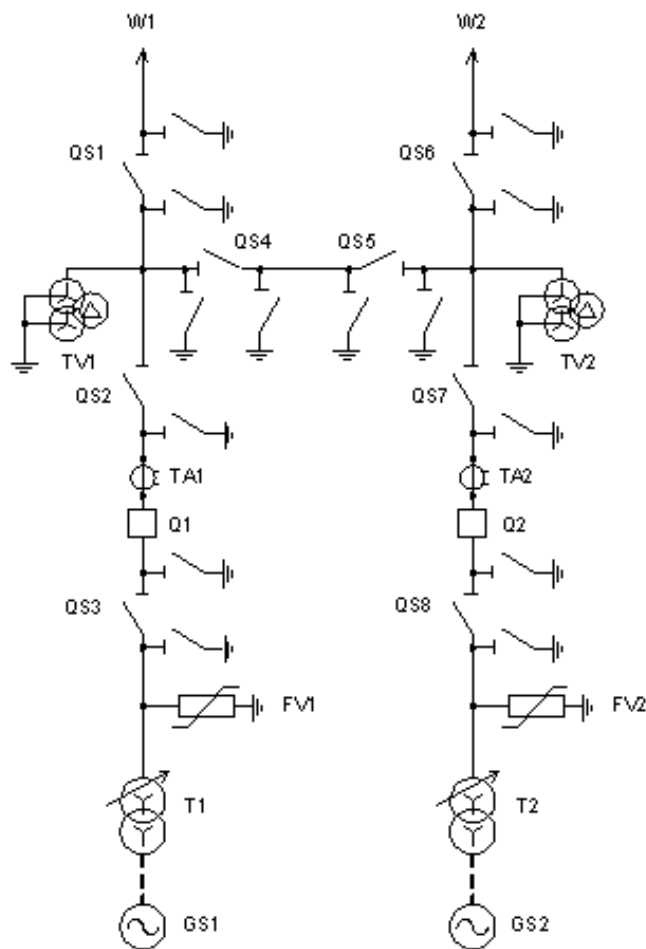


Рисунок 2.1 – Электрическая схема соединений РУ с двумя блоками с выключателями и неавтоматической переключкой со стороны линии

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель»
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 2.1)
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

### ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Схема распределительного устройства с двумя блоками с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 3 «Изучение распределительных устройств по схеме «мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах по схеме «мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов», изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

## ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

В схемах «мостик» линии или трансформаторы на двух-, трех трансформаторных подстанциях соединяются между собой с помощью выключателя. Данные схемы применяются на стороне ВН 35–220 кВ подстанций при необходимости секционирования выключателем линий или трансформаторов мощностью до 63 МВА включительно.

На напряжениях 110 и 220 кВ схема мостика применяется, как правило, с ремонтной перемычкой, которая при соответствующем обосновании может не предусматриваться. Ремонтная перемычка позволяет выполнять ревизию любого выключателя со стороны линий или трансформаторов при сохранении их в работе. Перемычка обычно не предусматривается при электрификации сельских сетей напряжением 35 кВ.

Схема «мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов» применяется в тех же случаях, что и блочные схемы с отделителями.

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».



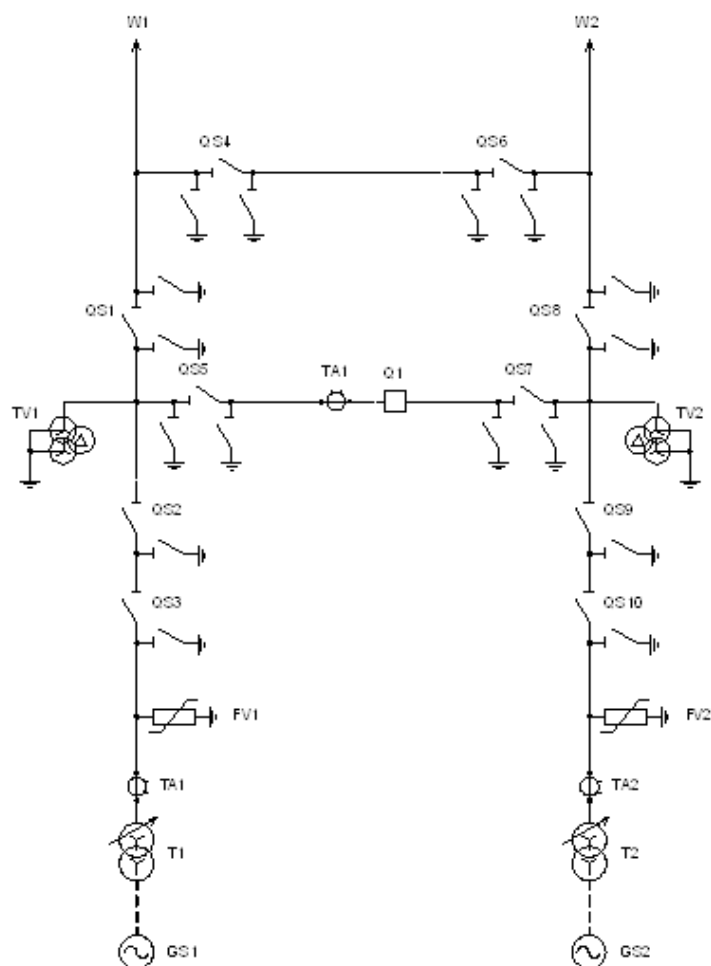


Рисунок 3.1 – Электрическая схема соединений РУ «мостик с выключателем в перемычке и отделителями в цепях трансформаторов»

### УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 3.1).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

### ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 4 «Изучение распределительных устройств по схеме «заход - выход»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах по схеме «заход – выход», изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

## ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Схема «заход-выход» применяется на проходных подстанциях напряжением 110–220 кВ. В схеме устанавливаются два выключателя со стороны линии, которые позволяют отключать поврежденный участок линии. Данная схема может применяться как с ремонтной перемычкой, так и без нее.

Схему «заход-выход» целесообразно рассматривать для секционирования двухцепной линии с двусторонним питанием, к которой подключено более трех ответвительных подстанций по схеме блока для повышения надежности электроснабжения потребителей и работы устройств релейной защиты.

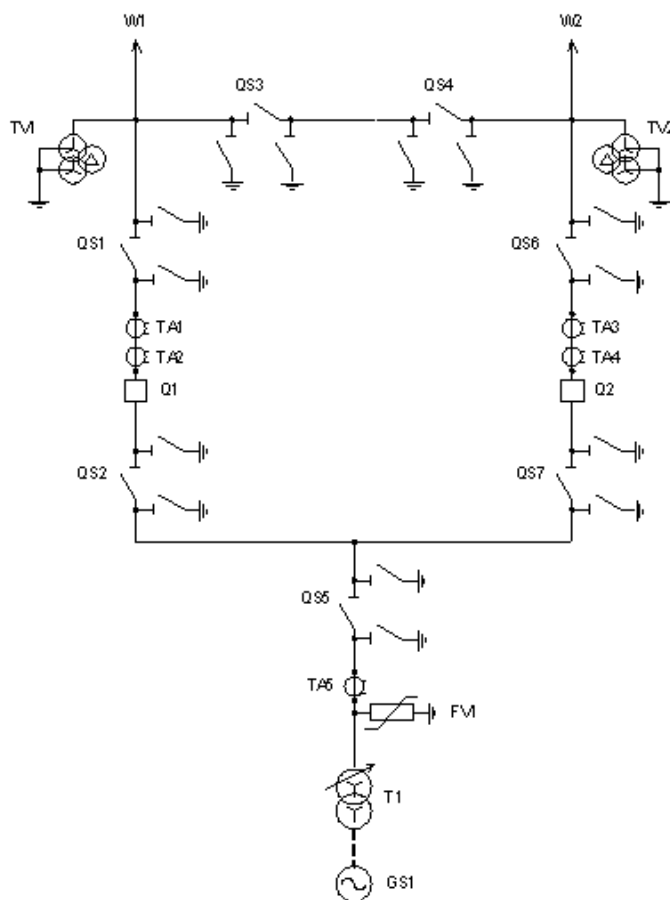


Рисунок 4.1 – Электрическая схема соединений РУ «заход-выход»

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 4.1).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки;

результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 5 «Изучение распределительных устройств с одной секционированной системой шин»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах с одной секционированной системой шин, изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

### ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

### КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

В нормальном режиме работы секционный выключатель может быть включен (параллельная работа секций шин) или отключен (раздельная работа секций шин). На электрических станциях секционный выключатель обычно включен из-за необходимости параллельной работы генераторов. В случае повреждения на одной из секций секционный выключатель отключается, отсекая поврежденную секцию. В системах электроснабжения секционные выключатели обычно отключены, и секции шин работают независимо друг от друга. В случае пропадания питания на одной из секций срабатывает устройство автоматического ввода резерва (АВР), которое отключает вводной выключатель соответствующей секции и включает секционный выключатель.

Данная схема достаточно проста, экономична, обладает более высокой надежностью по сравнению с несекционированной (рисунок 5.1). Недостатки схемы с одной секционированной выключателем системы шин: на все время проведения контроля или ремонта секции сборных шин один источник питания отключается, вывод в ремонт секции сборных шин и шинных разъединителей связан с отключением всех линий, подключенных к этой секции; ремонт выключателей связан с отключением соответствующих присоединений.

Вышеперечисленные недостатки частично устраняются при использовании схем с большим числом секций.

Схема с одной секционированной системой шин применяется для электроснабжения потребителей любой категории на напряжениях до 35 кВ включительно, а в некоторых случаях (например, при применении герметизированных ячеек с элегазовой изоляцией) – в сетях напряжением 110–220 кВ.

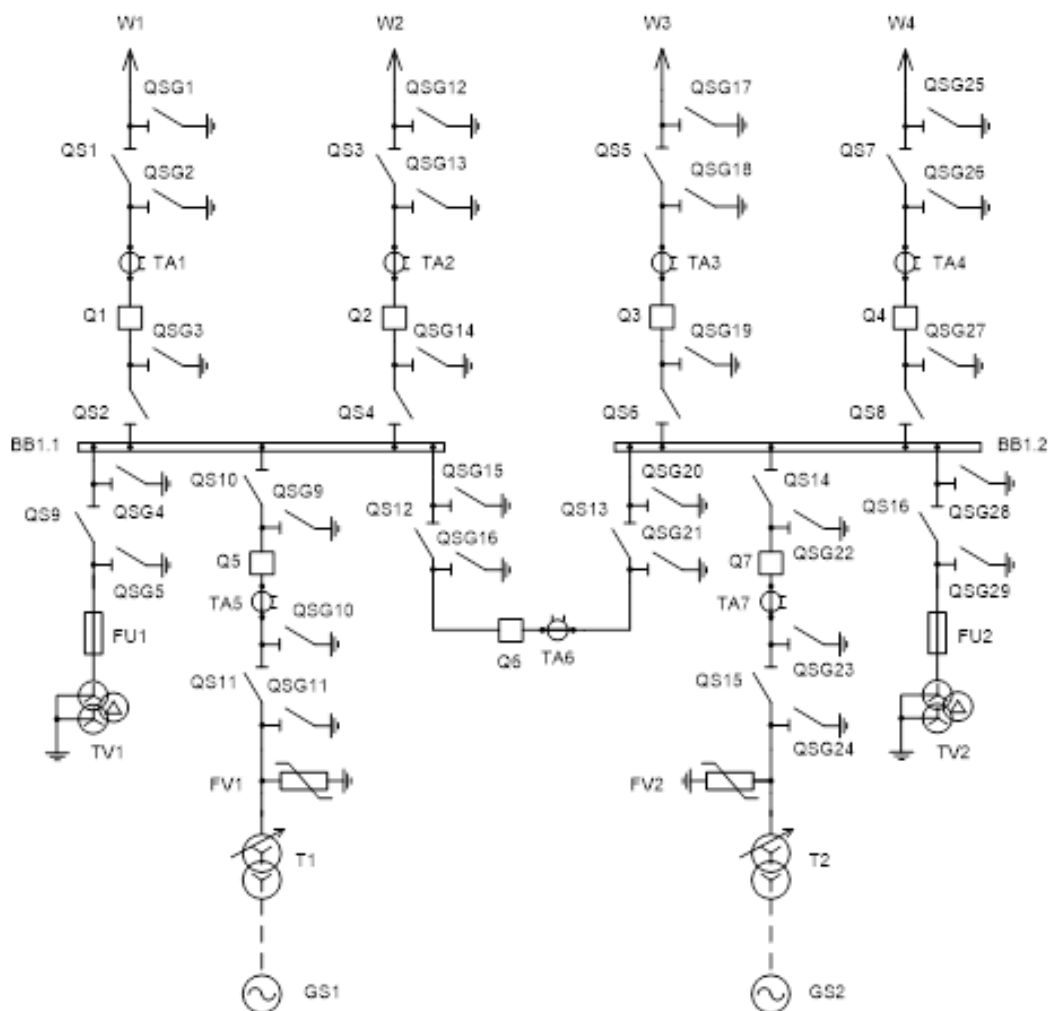


Рисунок 5.1 – Электрическая схема соединений РУ с одной секционированной системой шин

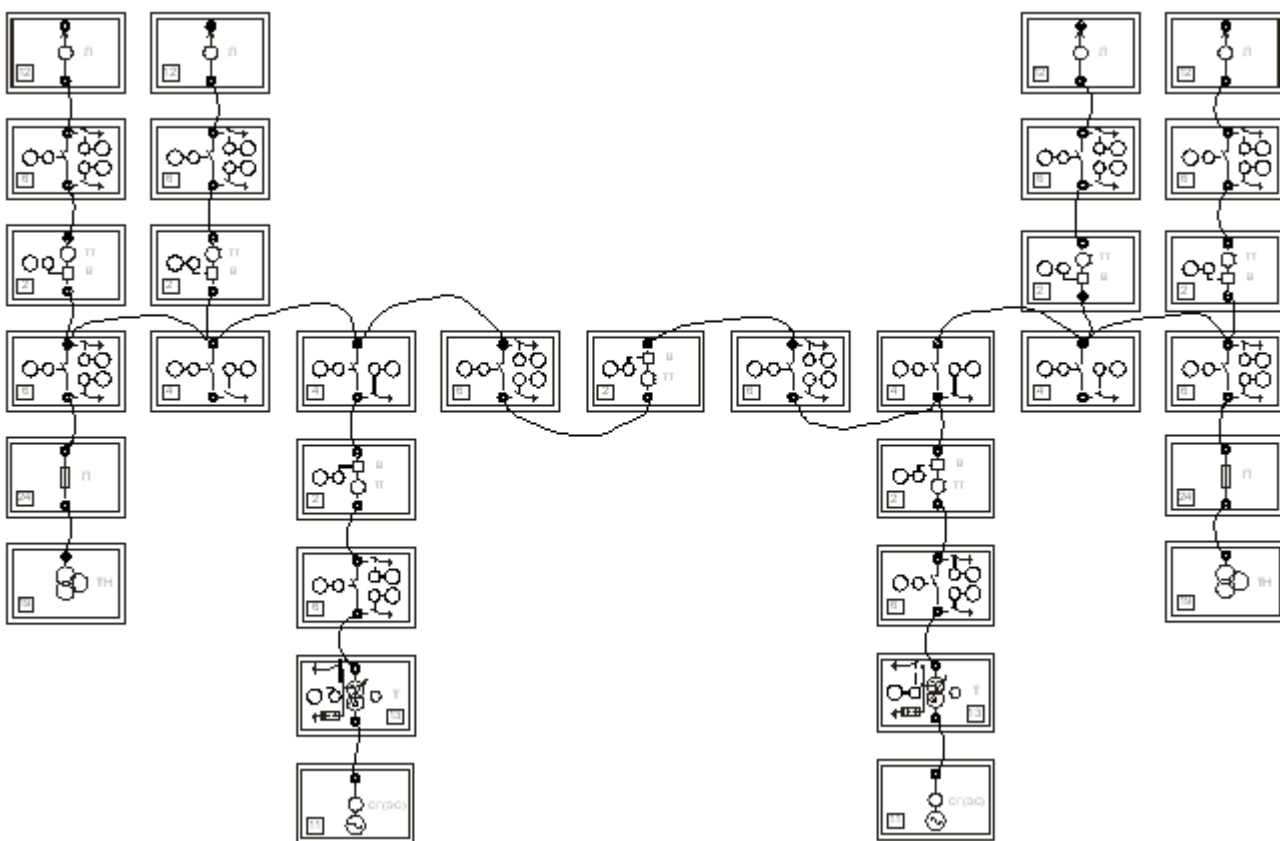


Рисунок 5.2 – Монтажная схема соединений ПУ с одиночной секционированной системой шин

### ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

### УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 5.2).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.

7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».

8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

#### ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

#### **Лабораторная работа № 6 «Изучение распределительных устройств с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин, изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.



## ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Схема с одной секционированной выключателем и обходной системами шин позволяет производить ревизию и ремонт выключателей без отключения присоединения (рисунок 6.1). В нормальном режиме работы напряжение на обходной системе шин отсутствует. Разъединители, соединяющие линии и трансформаторы с обходной системой шин, отключены. В схеме возможна установка двух обходных выключателей, с помощью которых осуществляется связь каждой секции шин с обходной. В целях экономии ограничиваются установкой одного обходного выключателя с двумя шинными разъединителями, с помощью которых обходной выключатель может быть присоединен к одной из секций шин. Схема является типовой для РУ напряжением 110, 220 кВ при пяти и более присоединениях.

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

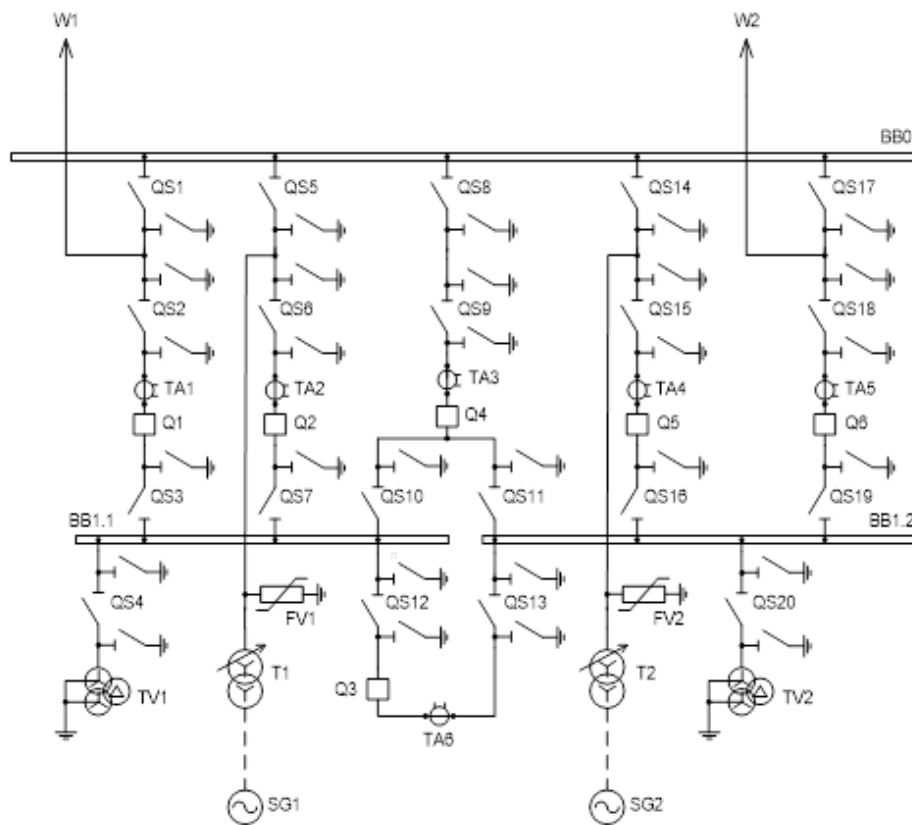


Рисунок 6.1 – Электрическая схема соединений РУ с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин

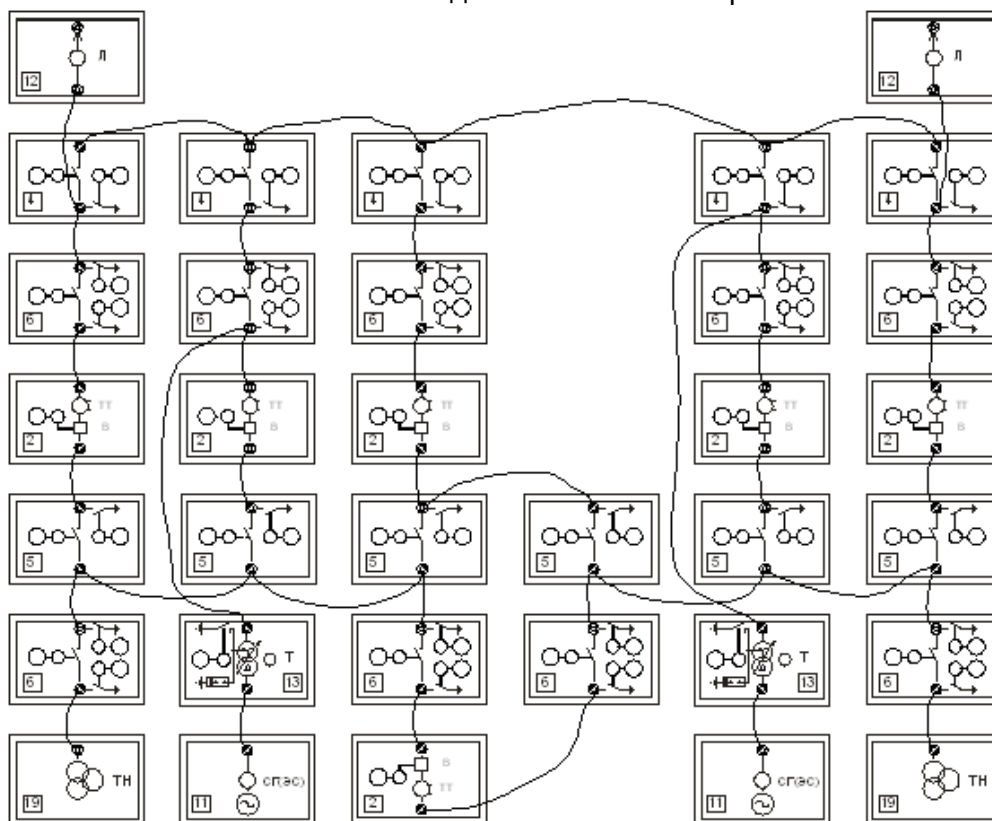


Рисунок 6.2 – Монтажная схема соединений РУ с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 6.2).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 7 «Изучение распределительных устройств с двумя системами сборных шин с шиносоединительным выключателем»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах с двумя системами сборных шин с шиносоединительным выключателем, изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

#### ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

#### КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

В схеме с двумя системами сборных шин каждое присоединение содержит выключатель, два шинных разъединителя и линейный разъединитель. Системы шин связаны между собой через шиносоединительный выключатель. Схема называется «две рабочие системы шин с шиносоединительным выключателем».

Существуют два принципиально различных варианта работы этой схемы. В первом варианте одна система шин является рабочей, вторая – резервной. В нормальном режиме работы все присоединения подключены к рабочей системе шин через соответствующие шинные разъединители. Напряжение на резервной системе шин при этом отсутствует, шиносоединительный выключатель отключен. Во втором варианте вторую систему сборных шин используют постоянно в качестве рабочей в целях повышения надежности электроустановки. При этом все присоединения к источникам питания и

отходящим линиям распределяют между обеими системами шин. Шиносоединительный выключатель при этом в нормальном режиме работы замкнут. Данная схема получила название «две рабочие системы шин».

Главное преимущество схемы с двумя системами шин заключается в том, что она позволяет производить ремонт одной из систем шин, сохраняя в рабочем состоянии все присоединения. Для этого все присоединения переводят на одну систему шин путем соответствующих переключений коммутационных аппаратов. Данная схема является достаточно гибкой и надежной.

Однако существуют и некоторые ее недостатки. К примеру, при производстве ремонта на одной из систем шин надежность схемы снижается. При замыкании в шиносоединительном выключателе отключаются обе системы шин. Кроме того, ремонт выключателей и линейных разъединителей связан с отключением соответствующего присоединения. Можно также отметить относительную сложность схемы, большое число разъединителей и выключателей. Частые переключения с помощью разъединителей увеличивают вероятность повреждений в зоне сборных шин. Большое число операций с разъединителями и сложная блокировка между выключателями и разъединителями приводят к возможности ошибочных действий обслуживающего персонала.

Схему с двумя рабочими системами сборных шин с шиносоединительным выключателем допускается применять в РУ 110–220 кВ при числе присоединений от 5 до 15.

#### ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

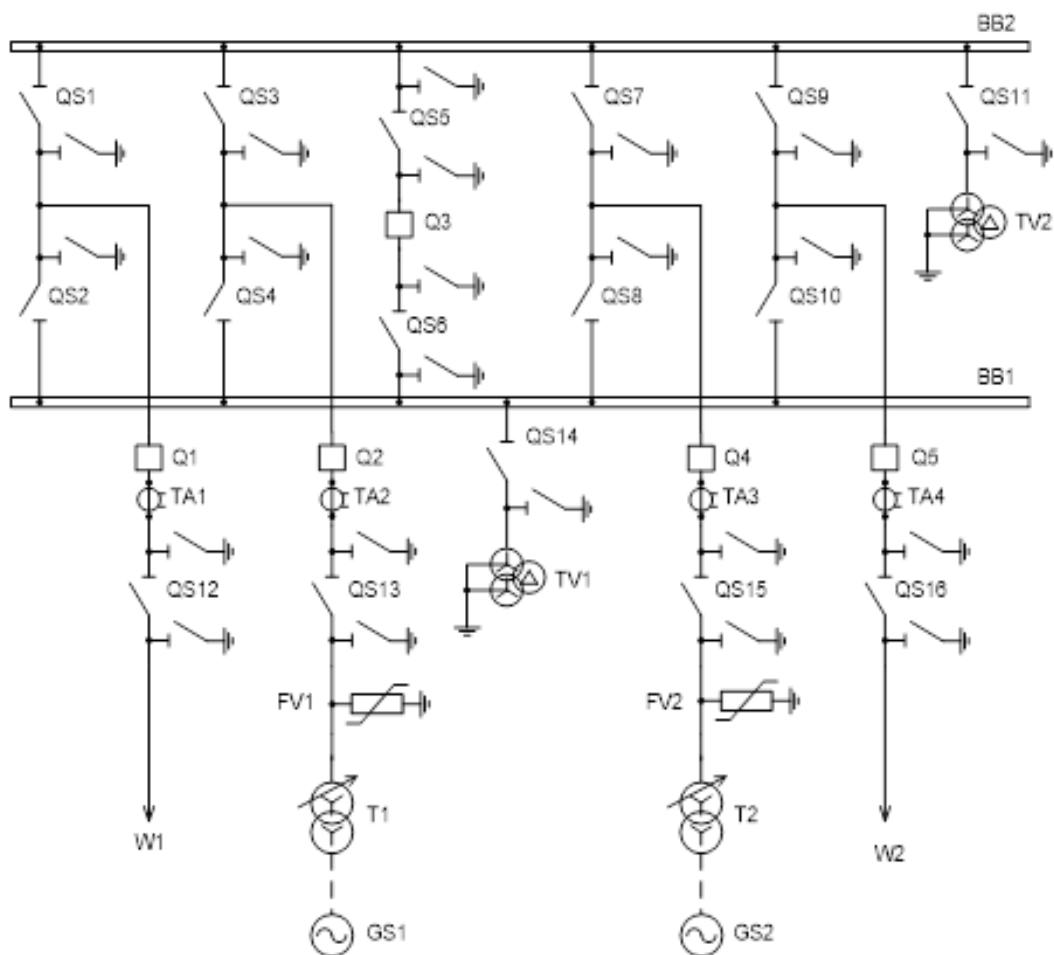


Рисунок 7.1 – Электрическая схема соединений РУ с двумя системами сборных шин с шиносоединительным выключателем Q1

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 7.1).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

### ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 8 «Изучение распределительных устройств с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателями»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателями, изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

## ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;
3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

## КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Электрическая принципиальная схема «двойная система сборных шин с обходной системой шин» применяется для РУ 110–220 кВ с большим числом присоединений (рисунок 8.1). Как правило, обе системы шин находятся в работе при соответствующем фиксированном распределении всех присоединений. Присоединение силового трансформатора Т1 и одна часть присоединений линий подключены к рабочей системе шин ВВ1, присоединение трансформатора Т2 и другая часть присоединений линий подключены к рабочей системе шин ВВ2. Шиносоединительный выключатель Q7 включен. Такое распределение присоединений увеличивает надежность схемы, так как при КЗ на шинах отключаются шиносоединительный выключатель и только половина присоединений.

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».



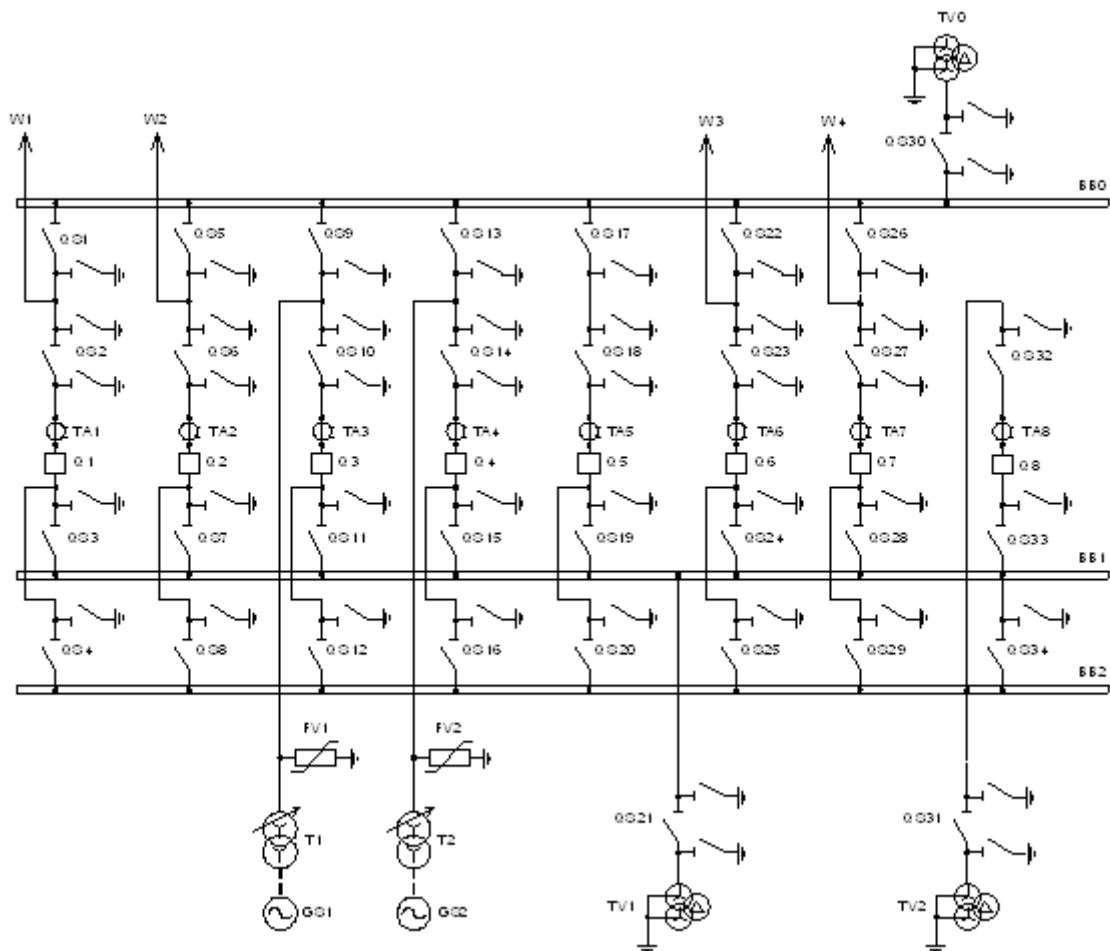


Рисунок 8.1 – Электрическая схема соединений РУ с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателями

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 8.1).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

### ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

### **Лабораторная работа № 9 «Изучение распределительных устройств со схемой «четырёхугольник»**

Цель работы: Приобретение навыков построения электрической принципиальной схемы и выполнения оперативных переключений в распределительных устройствах со схемой соединений «четырёхугольник», изучение конструкции, назначения, состава и принципа сборки данных распределительных устройств.

### ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЯ:

1. Ознакомление с правилами техники безопасности;
2. Инструктаж и ознакомление с содержанием предстоящей работы;

3. Изучение структуры электрической схемы, ее вида и назначения;
4. Сбор схемы на лабораторном столе;
5. Проведение оперативных переключений по заданию преподавателя;
6. Отключение стенда, разбор схемы, освобождение рабочего места;
7. Подготовка отчета и ответов на контрольные вопросы.

#### КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Схема четырехугольника применяется в РУ 110–750 кВ при четырех присоединениях (две линии и два трансформатора) и необходимости секционирования транзитной линии при мощности трансформаторов от 125 МВА и более при напряжениях 110–220 кВ и любой мощности при напряжениях 330 кВ и выше (рисунок 9.1). В схеме со стороны линии установлены через развилку два выключателя, подключаемых к разным трансформаторам. Данная схема обладает достаточно высокой надежностью, так как авария в линии или трансформаторе приводит к отключению только поврежденного элемента. Недостаток схемы заключается в том, что при отключении одной из линий трансформаторы получают питание по одной линии от одного источника питания.

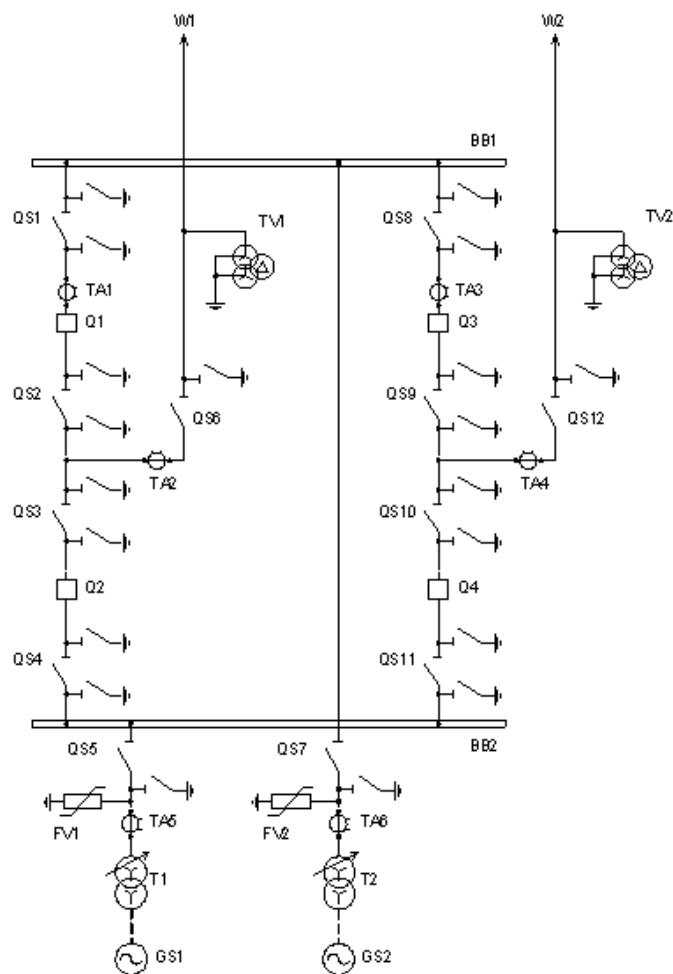


Рисунок 9.1 – Электрическая схема соединений РУ «четырёхугольник»

## ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

- Источник питания с наборным полем;
- Наборная панель;
- Набор миниблоков «Распределительные устройства электрических станций и подстанций».

## УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Соберите схему соединения блока «Источник питания с наборным полем» и блоков «Наборная панель».
2. Включите блок питания в розетку и сетевой выключатель на лицевой панели блока «Источник питания с наборным полем». В случае правильной сборки схемы питания должны загореться два зеленых светодиода.
3. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
4. Соберите схему (рисунок 9.1).
5. Включите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
6. По указанию преподавателя проведите оперативные переключения в собранной схеме.
7. Отключите сетевой выключатель блока «Источник питания с наборным полем».
8. Разберите монтажную схему соединений.

Задания на проведение оперативных переключений выдаются преподавателем и в общем случае включают элементы типовых работ, проводимых на распределительных устройствах объектов электроэнергетики как для нормальной, так и для ремонтных схем:

- вывод коммутационного аппарата в ремонт;
- ввод коммутационного аппарата в эксплуатацию;
- вывод воздушной линии в ремонт;
- ввод воздушной линии в эксплуатацию;
- вывод генератора в ремонт;
- ввод генератора в эксплуатацию.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет должен содержать: титульный лист; содержание; введение; краткие теоретические сведения с указанием вида изучаемой схемы распределительного устройства, ее преимуществ, недостатков, перспектив расширения, правил

проведения оперативных переключений; описание лабораторной установки; результаты лабораторной работы с полным указанием действий для проведения оперативных переключений по заданию преподавателя; заключение.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Изучаемая схема распределительного устройства: вид, область применения, преимущества и недостатки.
2. Перспективы расширения данного распределительного устройства.
3. Каковы действия персонала на месте переключений?
4. Последовательность действий оперативного персонала при оперативных переключениях, проводимых в данной лабораторной работе.

## –Рекомендуемая литература

1. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции: учеб. пособие: в 3 ч. / В. В. Афонин, К. А. Набатов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – Ч. 1. – 91 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Кулеева, Л. И. Проектирование подстанции: учеб. пособие / Л. И. Кулеева, С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 111 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
3. Балаков, Ю. Н. Проектирование схем электроустановок: учеб. пособие / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. – 3-е изд., стер. – Москва: МЭИ, 2009. – 287 с
4. СТО 56947007-29.240.30.010-2008 Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Типовые решения. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС».
5. СТО 56947007-29.240.30.047-2010 Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС».
6. СТО 56947007-29.240.10.028-2009 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС».
7. ГОСТ Р 56303-2014 Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики. Общие требования к графическому исполнению.
8. Инструкция по переключениям в электроустановках. – Москва: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

Локальный электронный методический материал

Максим Сергеевич Харитонов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

Редактор Э. С. Круглова

Локальное электронное издание  
Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,4

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1