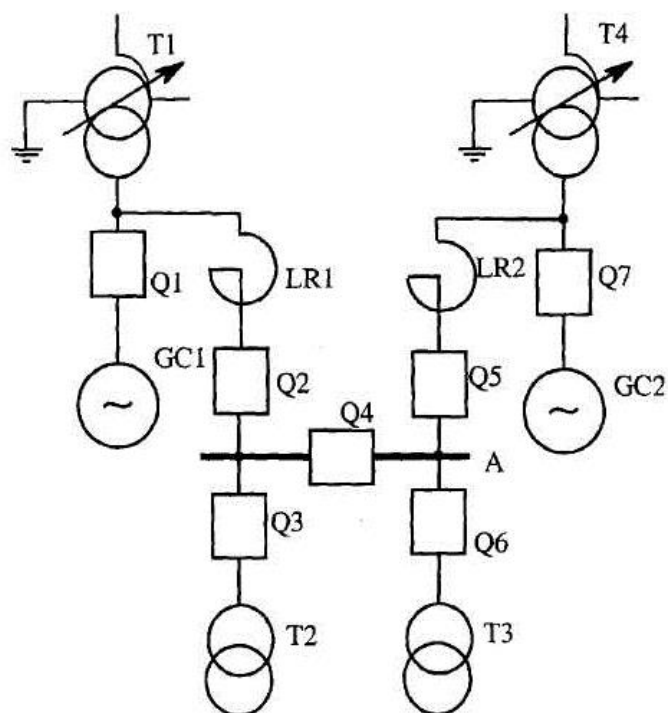


# 2703

## ОФОРМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ

Методические указания и контрольные задания  
для студентов механических специальностей



Методические указания предназначены для студентов 1 курса механических специальностей и содержат необходимые сведения, рекомендации и контрольные задания для выполнения графической работы «Электрические принципиальные схемы».

Составители: д-р техн. наук, проф. Е.Н. Никифорова,  
д-р техн. наук, проф. Г.И. Чистобородов,  
канд. техн. наук, доц. И.А. Легкова

Научный редактор канд. техн. наук, доц. Ю.М. Максимовский

Редактор В.В. Зимнякова

Корректор Е.В. Минаева

---

Лицензия ИД № 06309 от 19.11.2001. Подписано в печать 21.09.2006.

Формат 1/16 60×84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,11. Тираж 70 экз. Заказ № 849

---

Редакционно-издательский отдел  
Ивановской государственной текстильной академии  
Отдел оперативной полиграфии ИГТА  
153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21

## Методические указания к выполнению задания

**Задание:** оформить электрическую принципиальную схему и перечень элементов (согласно варианту) по предложенной схеме и описанию к ней в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-..., ГОСТ 2.702-..., ГОСТ 2.722-..., ГОСТ 2.723-..., ГОСТ 2.725-..., ГОСТ 2.727-..., ГОСТ 2.747-..., ГОСТ 2.755-...

При вычерчивании схемы следует руководствоваться положениями, изложенными в ГОСТ 2.701-..., 2.702-... Изображение схемы выполнить на формате А4 или А3 (основная надпись по ГОСТ 2.104-..., форма 1), предварительно продумав компоновку. При рациональной компоновке графическая часть должна занимать около 75 % поля чертежа. Элементы, показанные на заготовке схемы в упрощенных очертаниях (в виде пронумерованных окружностей), нужно заменить условными графическими обозначениями согласно соответствующим стандартам (ГОСТ 2.722-..., ГОСТ 2.723-..., ГОСТ 2.725-..., ГОСТ 2.727-..., ГОСТ 2.747-..., ГОСТ 2.755-...).

Схема выполняется в *однолинейном* изображении. При этом способе цепи, выполняющие идентичные функции (например, три фазы трехфазной цепи), изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей – одним условным обозначением, т. е. вместо нескольких линий связи изображают только одну с указанием (при необходимости) количества линий числом или меткой (рис. 1).

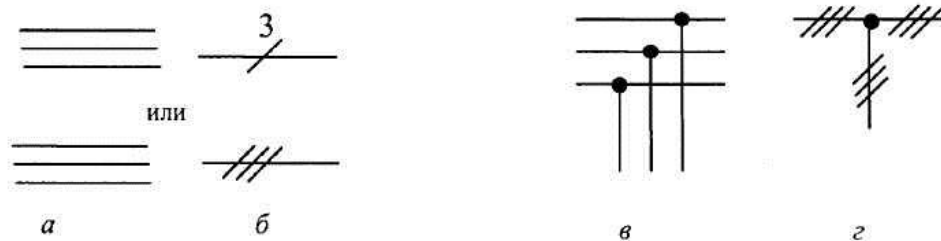


Рис. 1. Многолинейное (а, в) и однолинейное (б, г) изображение линий связи

Размещение условных графических обозначений на схеме должно обеспечивать наиболее простой рисунок схемы с минимальным количеством изломов и пересечений линий электрической связи. Линии связи между элементами выполняются вертикальными и горизонтальными отрезками минимальной длины с изгибом под прямым углом. Условные графические обозначения рекомендуется изображать в положении, указанном стандартами, или повернутыми на угол, кратный 90° или 45°, допускаются зеркально повернутые изображения. Графические обозначения и линии связи выполняют линиями одной толщины от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы. Каждый элемент схемы должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение (ГОСТ 2.710-...), которое проставляется справа от него или над ним. Элементам, имеющим одинаковые буквенные коды, присваиваются порядковые номера в соответствии с последовательностью их расположения *на схеме сверху вниз в направлении слева направо* (рис. 2).

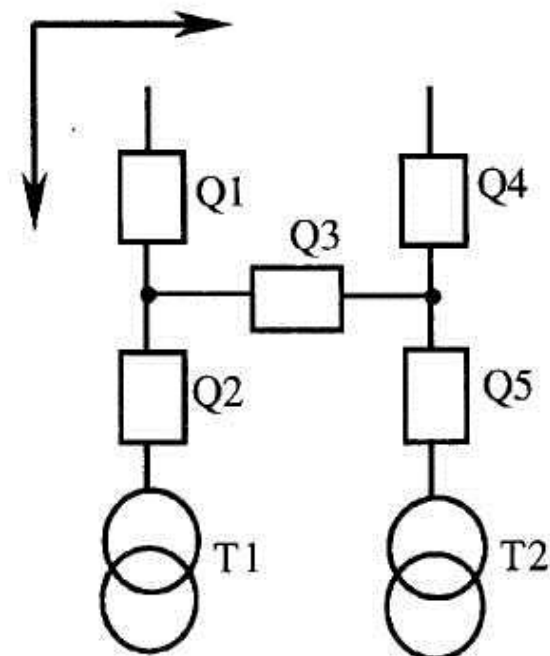


Рис. 2. Порядок присвоения позиционных обозначений элементам схемы

В основной надписи чертежа указывается название – «Схема электрическая принципиальная», в обозначении схемы должен присутствовать ее код (ГОСТ 2.701-...). Полные сведения об элементах записывают в их перечень (ГОСТ 2.702-...), который выполняется в форме таблицы (рис. 3). Перечень элементов или помещают на листе схемы (для формата А3), или оформляют как самостоятельный документ на формате А4 с основной надписью для текстового документа (ГОСТ 2.104-..., форма 2, 2а). Элементы вносятся в перечень группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых обозначений (рис. 3). В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные обозначения, элементы располагаются по возрастанию порядковых номеров. Между группами элементов рекомендуется оставлять незаполненные строки для внесения изменений.

Для сокращения перечня элементы одного вида с одинаковыми параметрами допускается записывать одной строкой, указывая в графе «Кол.» общее количество элементов (например, запись «QS1...QS8», рис. 3). При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы с общим заголовком, включающим повторяющиеся данные (запись «Выключатели ВМТ ТУ...»).

Перечню элементов как самостоятельному документу присваивается код, который должен состоять из буквы «П» и кода схемы. В основной надписи перечня под наименованием изделия делают запись «Перечень элементов».

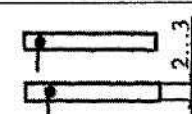
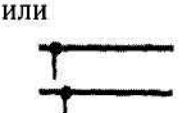
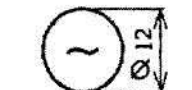
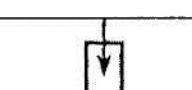
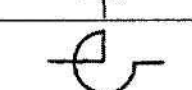

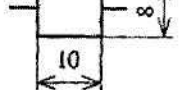
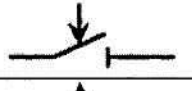
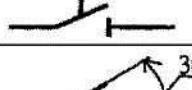
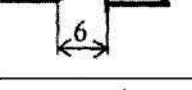
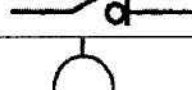
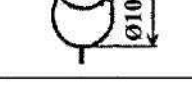


Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Выключатели ВМТ ТУ 16 - 674.047- 85		
Q1, Q2	ВМТ- 220Б- 40 / 1600Т1	2	
Q3	ВМТ-110Б-25 / 1250	1	
QS1...QS8	Разъединитель РНД-35/1000У1 ТУ16-520.102-79	8	

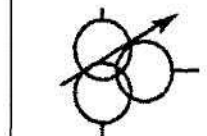
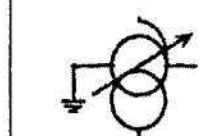

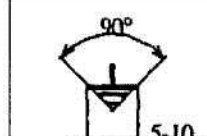
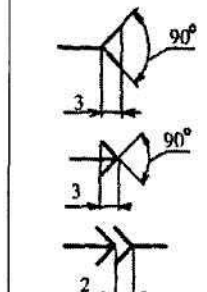



Technical drawing showing dimensions for the table above. The table has a height of 15 mm. The QS1...QS8 row is 8 mm high. The table width is 185 mm, with segments of 20 mm, 110 mm, and 10 mm.

Рис.3. Пример заполнения перечня элементов, мм

Таблица 1. Обозначение элементов в схемах электрических принципиальных

Продолжение табл. 1

Код	Наименование элемента	Обозначение
A	Сборные шины распределительных устройств высокого напряжения	 или 
G	Генератор	
GC	Синхронный компенсатор	
FV	Разрядник	
LR	Реактор	
LR	Сдвоенный реактор	
Q	Выключатель в силовых цепях	
QN	Коротко – замыкатель	
QR	Отделитель	
QS	Разъединитель (рубильник)	
QW	Выключатель нагрузки	
T	Трансформатор двухобмоточный	
T	Трансформатор силовой, двухобмоточный с расщеплением обмотки низшего напряжения на две	

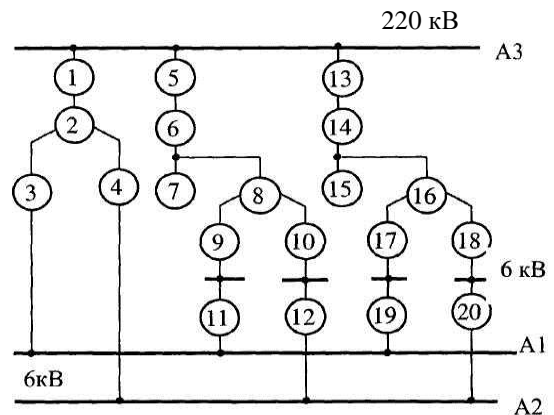
T	Трансформатор трехфазный трехобмоточный с регулированием напряжения под нагрузкой	
T	Автотрансформатор силовой с встроенным регулированием напряжения под нагрузкой	
	Корпус	
	Заземление	
	Соединение разъёмное	
	Соединение разборное	
	Линии связи пересекающиеся, электрически не соединенные	
	Линия электрической связи с ответвлениями	

## Вариант 1

### *Схема питания и резервирования системы собственных нужд ТЭС*

Питание собственных нужд станции на напряжение 6 кВ осуществляется через рабочие трансформаторы собственных нужд 8, 16, подключенные как отвлечение между генераторами 7, 15 и повышающими трансформаторами 6, 14. Каждая секция собственных нужд присоединяется к источнику через свой выключатель 9, 10, 17, 18. Для резервирования собственных нужд в схеме предусмотрен резервный трансформатор собственных нужд 2, подключенный к распределительному устройству 220 кВ через выключатель 1. Каждая секция собственных нужд блока подключается к резервной магистрали через выключатели 11, 12, 19, 20. На трансформаторах собственных нужд 2, 8, 16, выполненных с расщепленными обмотками низшего напряжения, предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
6,14	Трансформатор ТЦ 630000/220-74	ГОСТ 17544-93
2	Трансформатор ТРДНС 32000/220	ГОСТ 17544-93
8,16	Трансформатор ТРДНС32000/15	ГОСТ 11920-93
1,5,13	Выключатель ВМТ-220Б-25/1250УХЛ1	ТУ 16-674.047-85
3,4, 9-12, 17-20	Выключатель ВЭС-6-40/2500УЗ	ТУ 16-520.223-79
7,15	Генератор ТВВ-500-2ЕУЗ	ТУ 16-87(ИАЕГ. 651 133.014 ТУ)

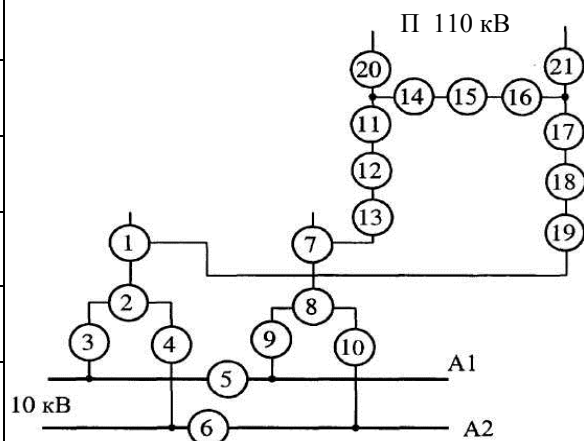


## Вариант 2

### *Схема узловой подстанции*

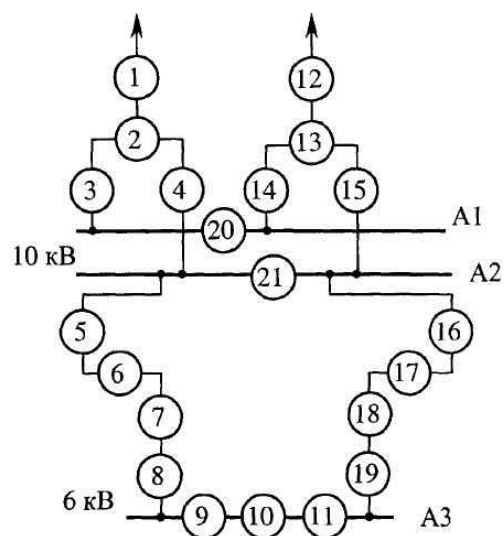
На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1, 7. Для ограничения токов короткого замыкания на стороне низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов предусмотрены сдвоенные реакторы 2, 8. Распределительное устройство 10 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 5, 6. Распределительное устройство 110 кВ выполнено по схеме мостика с выключателями 12, 15, 18 и соответствующими разъединителями 11, 13, 14, 16, 17, 19.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,7	Автотрансформатор ТДЦТН63000/220/Π0	ГОСТ 17544-93
12,15,18	Выключатель ВМТПОБ-25/1250	ТУ 16-674.047-85
3-6,9,10	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
2,8	Реактор РБС-10-2х630-0.25У3	ГОСТ 14794-79
11,13,14, 16,17,19, 20,21	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79



### Вариант 3 Схема узловой подстанции

На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1,12. Для ограничения токов короткого замыкания на стороне низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов предусмотрены сдвоенные реакторы 2, 13. Распределительное устройство 10 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 20, 21. К шинам 10 кВ подключены понижающие трансформаторы 6 и 17 через выключатели соответственно 5 и 16. Со стороны низшего напряжения трансформаторов установлены выключатели 7 и 18. Распределительное устройство 6 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин» с секционным выключателем 10.



Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,12	Автотрансформатор АТ-ДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
6,17	Трансформатор ТМ-1600/10	ГОСТ11929-87Е
7, 10, 18	Выключатель ВЭС-6-40/2500У3	ТУ 16-520.223-79
3,4,5,14, 15,16,20,21	Выключатель МГГ-10-3150-45Т3	ТУ 16-520.114-73
2,13	Реактор РБС-10-2х630-0.25У3	ГОСТ 14794-79
8,9,11,19	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83

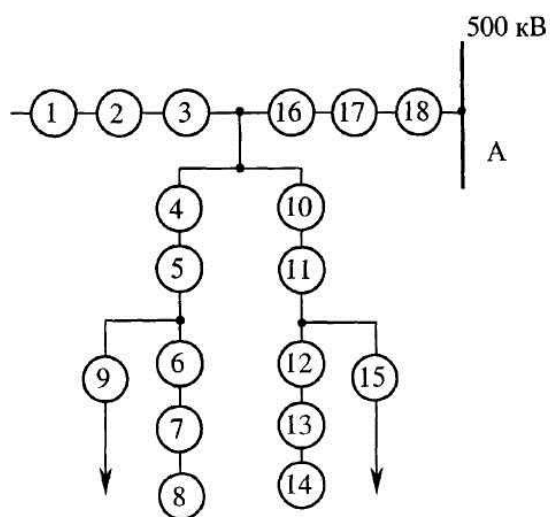


## Вариант 4

### Схема ТЭС с двумя блоками «генератор-трансформатор»

На тепловой электростанции установлен объединенный блок, состоящий из двух генераторов 8, 14 и двух повышающих трансформаторов 5, 11. Блок подключен к распределительному устройству 500 кВ. Отключение блока со стороны 500 кВ осуществляется выключателями 2, 17. Собственные нужды станции получают питание от рабочих трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения 9, 15, которые подключены как ответвление к участку между генераторными выключателями 7, 13 и повышающими трансформаторами 5, 11. На трансформаторах 5 и 11, 9 и 15 предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,11	Трансформатор ТНЦ-1000000/500	ГОСТ 17544-93
9,15	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
2,17	Выключатель ВНВ- 500Б-60/3150У1	ТУ 16-520.222-79
7,13	Выключатель ВВЭ- 35-20/1600У3	ТУ 16-520.221-79
1,3,4,10, 16,18	Разъединитель РПД-500-1/3150У1	ТУ 16-520.209-78
6,12	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ 16-520.102-79
8,14	Генератор ТВВ- 800-2ЕУЗ	ТУ 16-87 (ИАЕГ.651 133.014ТУ)

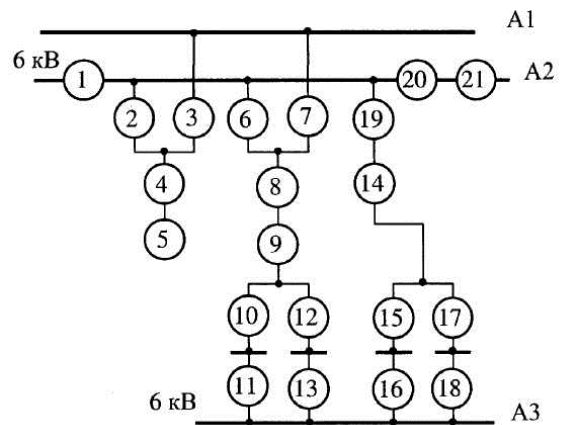


## Вариант 5

### Схема ТЭЦ на напряжение 6 кВ

На станции установлен турбогенератор 5, выдающий энергию в распределительное устройство (РУ) 6 кВ. К сборным шинам 6 кВ турбогенератор 5 подключен через выключатель 4 и развилку из двух разъединителей 2, 3. РУ 6 кВ выполняется по схеме «две системы сборных шин», одна из которых секционирована. Секции шин соединяются между собой секционными выключателями 1, 21. Собственные нужды ТЭЦ получают питание от сборных шин 6 кВ через выключатели 9-18. Для ограничения токов короткого замыкания предусмотрены реакторы 8, 19, 20.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,4,9-18,21	Выключатель ВЭС-6-40/2500УЗ	ТУ 16-520.223-79
2,3,6,7	Разъединитель РЛНД-10/4000 У1	ТУ 16-520.151-83
8,19,20	Реактор РБНГ 10-1600-0.18 УЗ	ГОСТ 14794-79
5	Генератор ТВФ-63-УЗ	ТУ 16-651.008-84

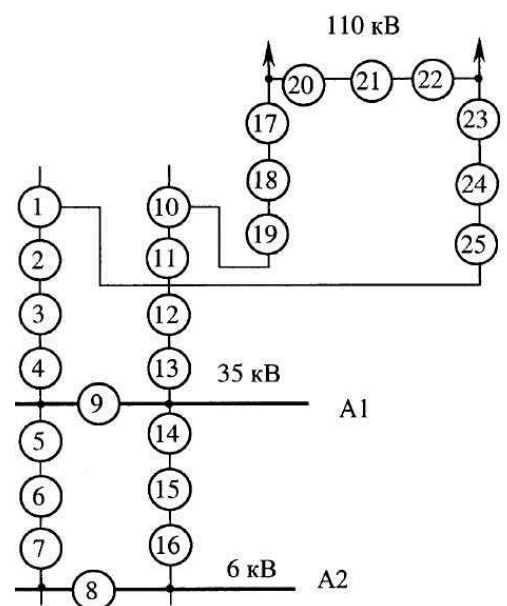


### Вариант 6

#### Схема узловой подстанции 220/110/35 и 6 кВ

На подстанции установлены два автотрансформатора 1, 10. Распределительное устройство ПО кВ выполнено по схеме мостика с выключателями 18, 21, 24. С двух сторон каждого выключателя предусмотрены разъединители 17, 19, 20, 22, 23, 25 для вывода выключателей в ремонт. Распределительное устройство 35 кВ выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин» с секционным выключателем 9. К шинам 35 кВ, кроме нагрузки, подключены трансформаторы 6, 15, которые понижают напряжение от 35 кВ до 6 кВ. Распределительное устройство 6 кВ также выполнено по схеме «одиночная секционированная система сборных шин». Секции шин соединяются между собой секционным выключателем 8.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,10	Автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
6,15	Трансформатор ТД 16000/35	ГОСТ 11920-93
18,21,24	Выключатель ВМТ-ПОБ-25/1250	ТУ 16-674.047-85
3,12,9	Выключатель С-35-3200-50БУ1	ТУ 16-520.210-78
7,8,16	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
17,19,20,22,23,25	Разъединитель РНД 110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79
2,4,5,1,13,14	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ 16-520.102-79

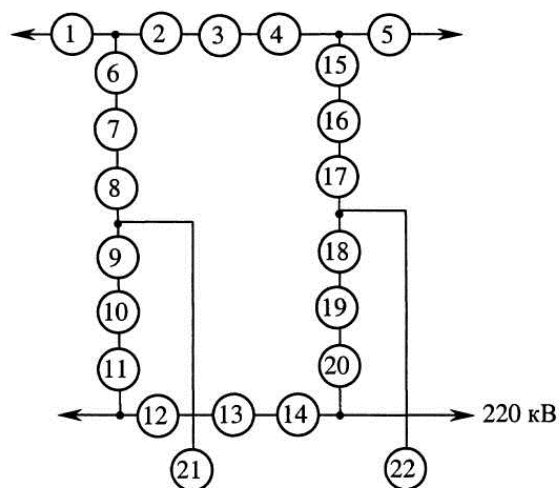


## Вариант 7

### Схема проходной подстанции

На подстанции установлены автотрансформаторы 21, 22. Распределительное устройство 220 кВ выполнено по схеме шестиугольника. В схеме осуществляется секционирование каждой линии двухцепной передачи секционными выключателями 3, 13. С двух сторон каждого выключателя предусматривается установка разъединителей для вывода выключателей в ремонт.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
21,22	Автотрансформатор АТДЦТН-125000/220/110	ГОСТ 17544-93
3,7,10,13,16,19	Выключатель ВМТ-220Б-40/1600Т1	ТУ 16-674.047-85
1,2,4,5,6,89,11,12,14,15,17,18,20	Разъединитель РНД-220Б/1250Т1	ТУ 16-520.240-82



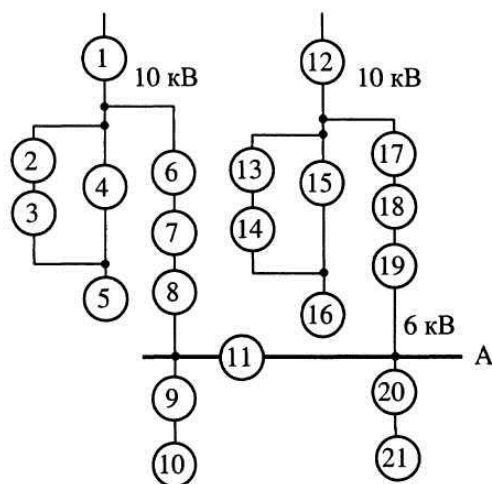
## Вариант 8

### Схема узловой подстанции

На подстанции установлены два автотрансформатора 1, 12. К обмотке низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов через выключатели 6 и 17

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,12	Автотрансформатор АТ-ДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
7,18	Трансформатор ТМ-1000/10Т	ГОСТ 11920-93
10,21	Трансформатор ТСЗ-630/10	ТУ 16-672.168-87
8,9,11,19,20	Выключатель ВЭС-6-40/2500 УЗ	ТУ 16-674.037-85
2,4,6,13,15,17	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
3,14	Реактор РБНГ-10-1600-0.3 5У1	ГОСТ 14794-79
5,16	Компенсатор КС 10-10УЗ	ГОСТ 609-84

подключены понижающие трансформаторы 7, 18 для питания местной нагрузки. Схема пи-



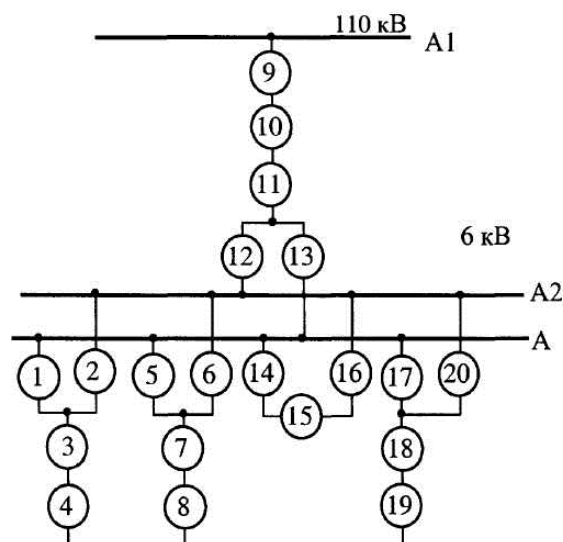
тания местной нагрузки выполнена как одиночная секционированная (секционный выключатель И). На подстанции установлены синхронные компенсаторы 5, 16, для которых предусмотрен пуск через реакторы 3, 14. К сборным шинам 6 кВ через выключатели 9, 20 присоединены трансформаторы 10, 21, понижающие напряжение до 0,4 кВ.

## Вариант 9

### Схема ТЭЦ

На станции установлен турбогенератор 8, выдающий энергию в распределительное устройство (РУ) 6 кВ. Схема РУ 6 кВ выполнена по схеме «две системы сборных шин». Все присоединения РУ 6 кВ подключены к сборным шинам через выключатели 4, 7, 11, 19 и развилки из двух разъединителей соответственно 1 и 2, 5 и 6, 12 и 13, 17 и 20, позволяющие использовать ту или иную сборную шину. Питание собственных нужд ТЭЦ осуществляется от сборных шин 6 кВ через реактированные кабельные линии (реакторы 3, 18). В схеме предусмотрен шиносоединительный выключатель 15. Связь РУ 6 кВ с РУ 110 кВ осуществляется через трехобмоточный трансформатор 10, на котором предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
10	Трансформатор ТДТН-25000/110	ГОСТ 12965-93
1,2,5,6,12, 13,14,16, 17,20	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83
9	Выключатель ВМТПОБ-25/1250	ТУ 16-674.047-85
4,7,11,15, 19	Выключатель ВЭ-6-40/3150ТЗ	ТУ 16-520.223-79
3,18	Реактор РБНГ 10- 1600-35У1	ГОСТ 14794-79
8	Генератор ТВФ-63-2ЕУЗ	ТУ 16-651.008-84



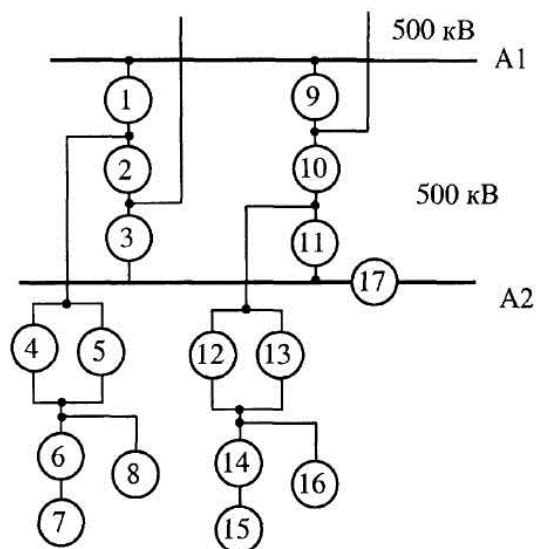
## Вариант 10

### Схема АЭС с двумя блоками

На станции установлены два блока по 1000 МВт (генераторы 7, 15), мощность которых выдается в сеть напряжением 500 кВ. Распределительное

устройство 500 кВ выполнено по схеме «3/2» (три выключателя на два присоединения). В качестве повышающих трансформаторов установлены трехфазные трансформаторы 4 и 5, 12 и 13. Для питания собственных нужд станции предусмотрены трансформаторы 8, 16, которые присоединены к блокам на ответвлениях на участках между выключателями нагрузки (комплектными устройствами) 6, 14 и повышающими трансформаторами 4, 5, 12, 13. Трансформаторы 8, 16 с расщепленной обмоткой низшего напряжения выполнены с регулированием напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
4,5, 12,13	Трансформатор ТДТН-25000/110	ГОСТ 17544-93
8,16	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
6,14	Устройство ком- плектное КАГ-24- 30/30000УЗ	ТУ 15-674.009-84
1-3, 9- 11,17	Выключатель ВНВ-500Б- 60/3150У1	ТУ 16-520.222-79
7,15	Генератор ТВВ- 1200-2УЗ	ТУ 16-87 (ИА- ЕГ.651133.014ТУ)

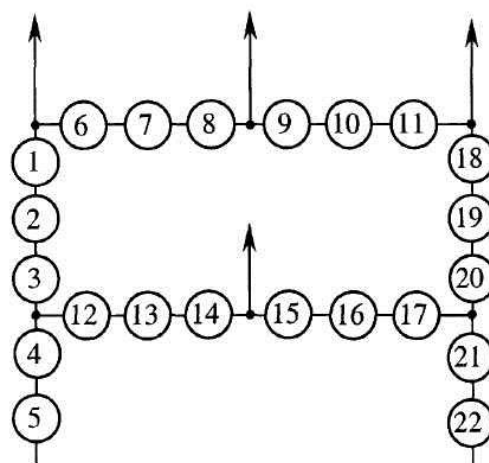


## Вариант 11

### Потребительская подстанция 220/110/10 кВ

На подстанции установлено два автотрансформатора 5, 22. Распределительное устройство 220 кВ выполнено по схеме шестиугольника (выключатели 2, 7, 10, 13, 16, 19). С двух сторон каждого выключателя установлены разъединители, предназначенные для вывода выключателей в ремонт. Выдача мощности в сеть 220 кВ осуществляется по четырем потребительским линиям.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,22	Автотрансформатор АТДЦТН- 125000/220/110	ГОСТ 17544-93
2,7,10, 13,16,19	Выключатель ВМТ- 220Б-40/1600Т1	ТУ 16-674.047-85
1,3,4,6,8, 9,ПЛ2 14,15,17, 18,20,21	Разъединитель РДЗ- 220Б/1250Т1	ТУ 16-520.240-82

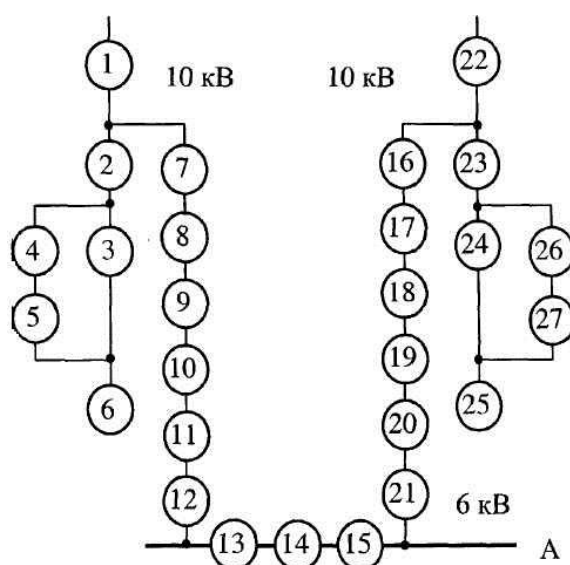


## Вариант 12

### Районная узловая подстанция

На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1, 22. К обмотке низшего напряжения автотрансформаторов через выключатели 3 и 24 подключены синхронные компенсаторы 6, 25, для которых предусмотрен реакторный пуск (реакторы 5, 27). Нагрузка 6 кВ подстанции питается через понижающие трансформаторы 10, 19, которые, в свою очередь, подключены через выключатели 8, 17 к обмотке низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов 1, 22. Схема питания нагрузки 6 кВ выполнена как одиночная секционированная. Соединение секций шины между собой осуществляется секционным выключателем 14.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,22	Автотрансформатор АТ-ДЦТН200000/220/11	ГОСТ 17544-93
10,19	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ 16-672.168-87
11,14,20	Выключатель ВЭС-6-40/2500 УЗ	ТУ 16-520.223-79
3,4,8,17,24,26	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
12,13,15,21	Разъединитель РВ-6/400УЗ	ТУ 16-520.095-76
2,7,9,16,18,23	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83
5,27	Реактор РБНГ-10-1600-0.35У1	ГОСТ 14794-93
6,25	Компенсатор КС 10-10УЗ	ГОСТ 609-84



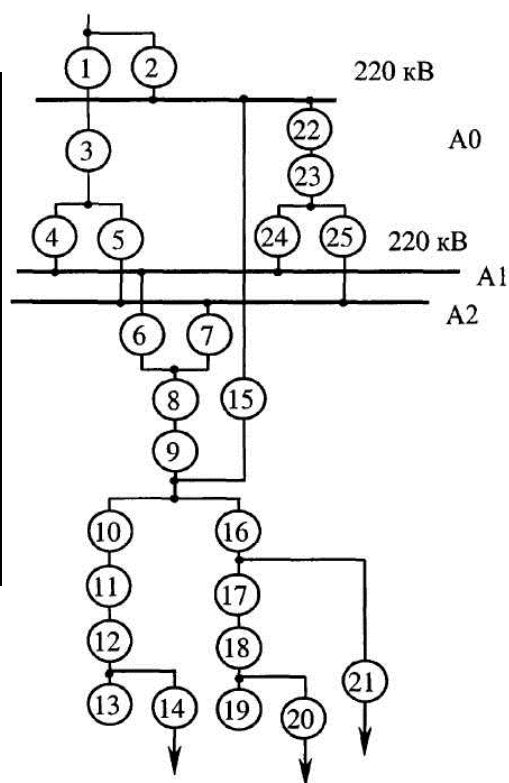
## Вариант 13

### Схема ГЭС со спаренным блоком

На гидроэлектростанции установлен спаренный блок, состоящий из двух генераторов 13, 19, двух повышающих трансформаторов 11, 17, подключенных к распределительному устройству (РУ) 220 кВ, которое выполнено по схеме с двумя основными и одной обходной системами шин. Обходная система сборных шин позволяет проводить ремонт оборудования без перерыва нормальной работы присоединений. Для вывода в ремонт выключателей 3, 8 предусмотрен обходной выключатель 23. Каждое присоединение подключено к основным рабочим системам сборных шин через выключатели 3, 8 и развилки из разъединителей соответственно 4 и 5, 6 и 7, а также к обходной системе шин через шин-

ные разъединители 2, 15. Для питания местной нагрузки и собственных нужд в схеме предусмотрены трансформаторы 14, 20, 21, выполненные с регулированием напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
11,17	Трансформатор ТДЦ 250000/220-74	ГОСТ 17544-93
14,20,21	Трансформатор ТДНС 16000/20	ГОСТ 11920-93
3,8,23	Выключатель ВМТ-220Б-25/1250	ТУ 16-674.047-85
12,18	Выключатель ВВЭ-35-20/1600У3	ТУ 16-520.221-79
1,2,4,5,6,7,9,10,15,16	Разъединитель РДЗ-220Б/1250Т1	ТУ 16-520.240-82
13,19	Генератор ТГВ-220-2МУЗ	ТУ 16-512.254-78

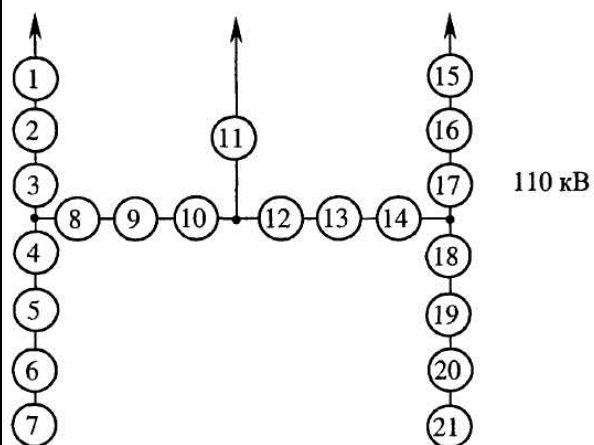


### Вариант 14

### Схема ТЭС

На станции установлены два турбогенератора 7, 21, подключенные к обмоткам низшего напряжения трансформаторов 5 и 19 через генераторные выключатели 6, 20. Распределительное устройство 110 кВ выполнено по схеме двойного мостика (выключатели 2, 9, 13, 16). Для вывода выключателей в ремонт с двух сторон каждого выключателя установлены разъединители. Мощность станции в сеть 110 кВ выдается по трем линиям.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,19	Трансформатор ТДЦ-80000/110	ГОСТ 12965-93
1,3,4,8,10,11,12,14,15,17,18	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79
2,9,13,16	Выключатель ВМТ-ПОБ-25/1250	ТУ 16-674.047-85
6,20	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
7,21	Генератор ТВФ-63-2ЕУЗ	ТУ 16-651.008-84

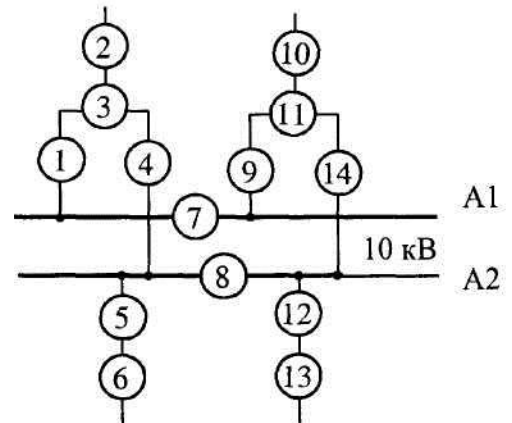


### Вариант 15

#### Схема узловой подстанции 220/110 кВ

На подстанции установлены два автотрансформатора 2, 10. На стороне низшего напряжения 10 кВ применяется одиночная секционированная система сборных шин. Наличие сдвоенного реактора 3, 11 увеличивает число секций шин до четырех с секционными выключателями 7, 8. К шинам 10 кВ подключены понижающие трансформаторы 6,13 через выключатели 5, 12.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
2,10	Автотрансформатор АТДЦТН125000/220/110	ГОСТ 17544-93
6,13	Трансформатор ТСЗ-630/10	ТУ 16-672.168-87
1,4,5,7,8,9,12,14	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 16-520.073-76
3,11	Реактор РБС 10-2х630-0.25УЗ	ГОСТ 14794-79

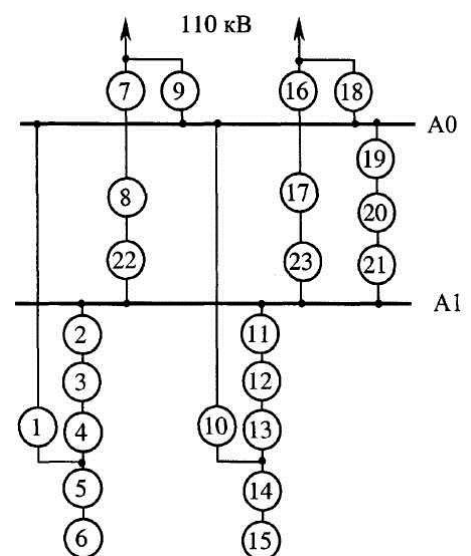


### Вариант 16

#### Схема ТЭС (теплоэлектростанция)

На тепловой электрической станции установлены два блока «генератор-трансформатор». Блоки, состоящие из генераторов (6, 15) и повышающих трансформаторов (5, 14), подключены к распределительному устройству (РУ) 110 кВ, которое выполнено по схеме одиночной системы сборных шин с обходной системой шин. Все присоединения подключены к рабочей системе сборных шин через выключатели (3, 8, 12, 17) и соответствующие разъединители (2, 11, 22, 23) и к обходной системе сборных шин - обходными разъединителями (1, 9, 10, 18). Сборные шины соединены между собой шиносоединительным выключателем 20. Такая схема позволяет проводить ремонты оборудования без перерыва нормальной работы присоединений.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
5,14	Трансформатор ТДЦ-125000/110	ГОСТ 12965-93
1,2,4,7,9,10,11,13,16,18,19,	Разъединитель РНД-ПОБ/1000У1	ТУ 16-520.102-79
3,8,12,17,20	Выключатель ВМТЮБ-25/1250	ТУ 16-674.047-85
6,15	Генератор ТВФ-110-2ЕУЗ	ТУ 16-651.008-84



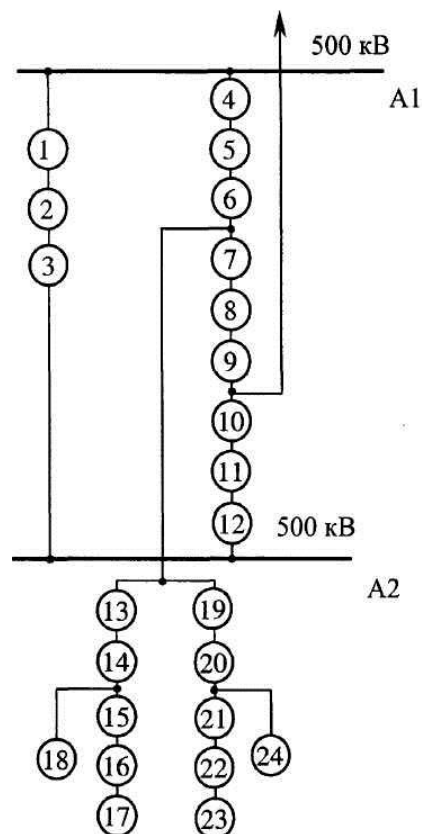


## Вариант 17

### Схема атомной станции АЭС

Объединенный блок, состоящий из двух генераторов 17, 23 и двух повышающих трансформаторов 14, 20, подключен к распределительному устройству (РУ) 500 кВ, которое выполнено по схеме «3/2» (три выключателя 5,8,11 на два присоединения). С двух сторон каждого выключателя установлены разъединители, для вывода выключателей в ремонт. Выключатель 2 - шиносоединительный. Станция на собственные нужды получает питание от рабочих трансформаторов собственных нужд 18, 24, которые подключены как ответвление к участку между генераторными выключателями 16, 22 и повышающими трансформаторами 14, 20. На трансформаторах 18 и 24, выполненных с расщепленной обмоткой низшего напряжения, предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
14,20	Трансформатор ТНЦ-1000000/500	ГОСТ 17544-93
18,24	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
1,3,4,6,7,9,10,12,13,19	Разъединитель РПД-500-1/3150У1	ТУ 16-520.209-78
15,21	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ 16-520.102-79
2,5,8,11	Выключатель ВНВ-500Б-60/3150У1	ТУ 16-520.222-79
16,22	Выключатель ВВЭ-35-20/1600У3	ТУ 16-520.221-79
17,23	Генератор ТВВ-800-2ЕУ3	ТУ 16-87 (ИАЕГ651 122-014ТУ)

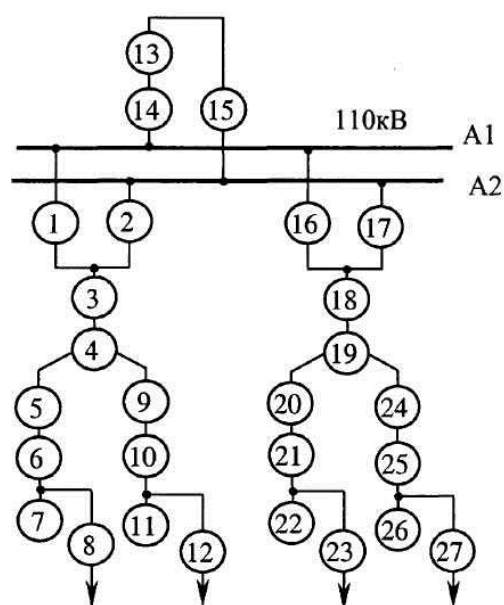


## Вариант 18

### Схема ГЭС

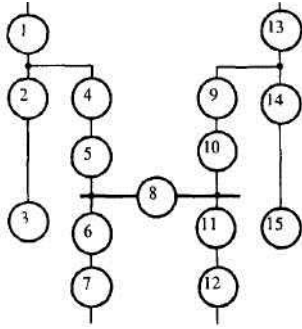
На гидроэлектростанции установлены генераторы 7, 11, 22, 26, подключенные к повышающим трансформаторам 4, 19 через соответствующие выключатели 6, 10, 21, 25 и разъединители 5, 9, 20, 24. Каждое присоединение подключено к сборным шинам ПО кВ через выключатели 3, 18 и разъединители соответственно 1 и 2, 16 и 17. В схеме ПО кВ предусмотрен шиносоединительный выключатель 13. Для питания местной нагрузки и собственных нужд станции установлены трансформаторы 8, 12, 23, 27. На трансформаторах с расщепленными обмотками низшего напряжения 4, 19 предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Наименование	ГОСТ или ТУ
4,19	Трансформатор ТРДН-80000/110	ГОСТ 12965-93
8,12,23,27	Трансформатор ТСЗ 400/10	ТУ 16-672.168-87
1,2,14-17	Разъединитель РНД- 110Б/1000У1	ТУ 16-520.102-79
5,9,20,24	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ 16-520.151-83
3,13,18	Выключатель ВМТ-ПОБ- 25/1250	ТУ 16-674.047-85
6,10,21,25	Выключатель ВМПЭ-10-630- 20У2	ТУ 16-520.073-76
7,11,22,26	Генератор СВ- 840/95-80УХЛ4	ГОСТ 5616-89

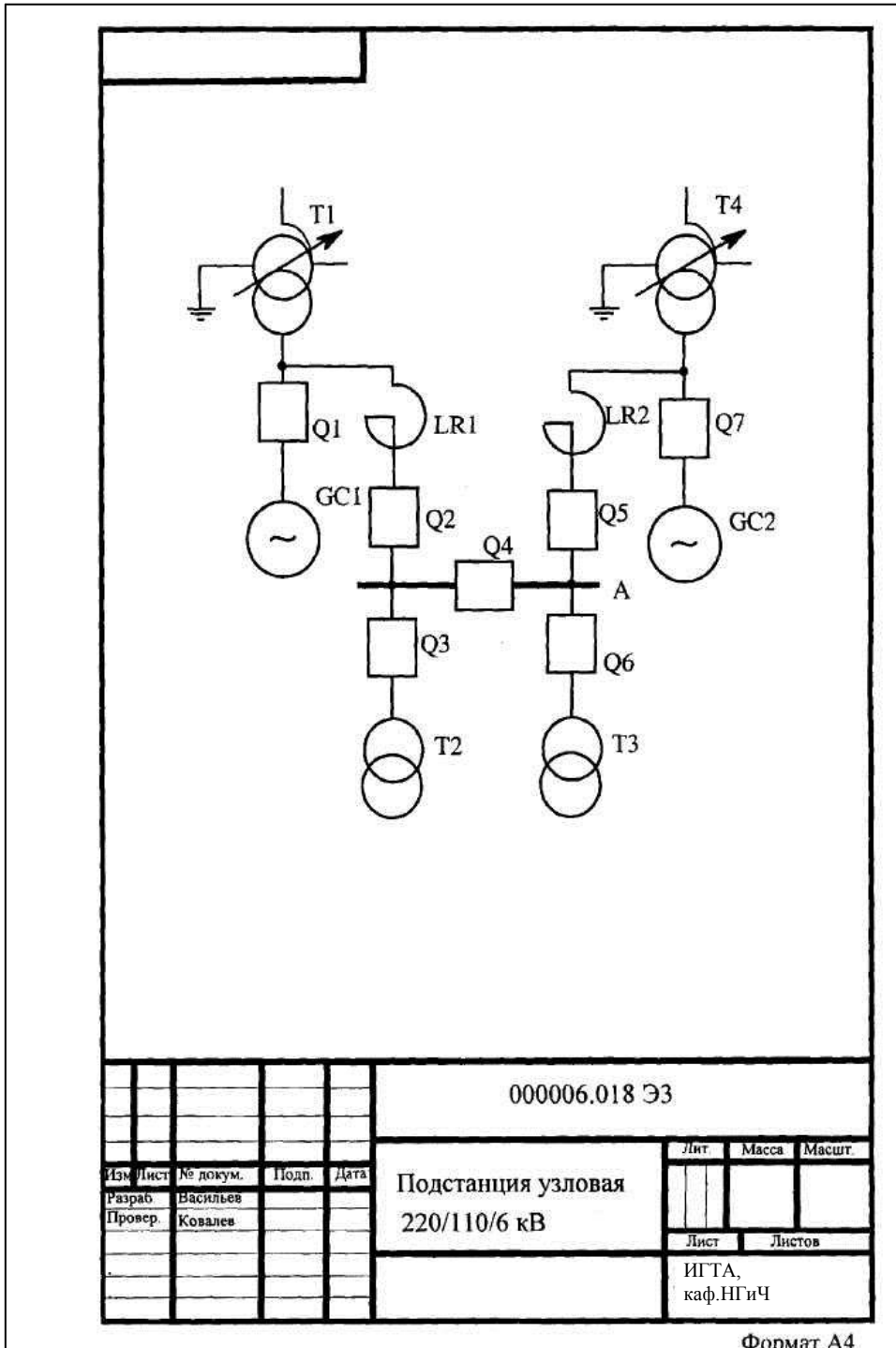


### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМЫ УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Задана схема крупной узловой подстанции на напряжение 220/110/6 кВ. К обмотке низшего напряжения автотрансформаторов 1, 13 через выключатели 2, 14 подключены синхронные компенсаторы 3, 15. С целью ограничения токов короткого замыкания местная нагрузка питается через реакторы 4, 9, подключенные к обмотке низшего напряжения 6 кВ автотрансформаторов. Схема 6 кВ выполнена как одиночная секционированная система сборных шин. Секции шин соединяются между собой секционным выключателем 8. К сборным шинам 6 кВ через выключатели 6, 11 подключены понижающие трансформаторы 7, 12 для питания нагрузки 0,4 кВ.



Поз.	Наименование	ГОСТ или ТУ
1,13	Автотрансформатор АДЦТН 63000/220/110	ГОСТ 17544-93
4,9	Реактор РБ-10-1000-0.14У3	ГОСТ 14794-79
2,5,6,8,11	Выключатель ВЭС-6-40/2500 У3	ТУ 16-520.223-79
10,14	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ 18-520.073-76
7,12	Трансформатор ТС3-400/10	ТУ 16-672168-87
3,11,15	Компенсатор КС 16-10У3	ГОСТ 609-84



Формат А4

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание					
GC1,GC2	Компенсатор КС 16-10УЗ ГОСТ 609-84	2						
LR1,LR2	Реактор РБ-10-1000-0.14УЗ ГОСТ 14794-79	2						
<u>Выключатели</u>								
Q3,Q6	ВЭС-6-40/2500 УЗ ТУ 16-520.223.79	2						
Q1,Q2,Q4, Q5, Q7	ВМПЭ-10-630-20У2 ТУ 16-520.073-76	5						
T1,T4	Автотрансформатор АДН 63000/220/110 ГОСТ 17544-85	2 2						
T2,T3	Трансформатор ТСЗ-400/10 ГОСТ 14074-76	2						
<b>000006.018 ПЭЭ</b>								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Узловая подстанция 220/110/6 кВ Перечень элементов	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Васильев							
Провер.	Ковалев							
И.контр								
Чтв						ИГТА, каф. НГ и Ч		