



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Инженерная и компьютерная графика»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

# «Электрические схемы в электроэнергетике»

Авторы  
Чередниченко О.П.,  
Фисунова Е.В.,  
Лавренова Т.В.

Ростов-на-Дону, 2023



## Аннотация

Представлено описание графического оформления электроэнергетических схем. Даны варианты заданий с примерами их выполнения. Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения.

## Авторы

к.т.н, доцент Чередниченко О.П.

к.т.н., доцент Фисунова Е.В.

Ст. преподаватель Лавренова Т.В.



## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Общие правила выполнения схем .....</b>	<b>6</b>
<b>Виды и типы схем .....</b>	<b>8</b>
<b>Перечень элементов.....</b>	<b>15</b>
<b>Программа задания .....</b>	<b>17</b>
<b>Методические указания к выполнению задания .....</b>	<b>18</b>
<b>Пример выполнения схемы узловой подстанции.....</b>	<b>23</b>
<b>Вариант №1 Схема ТЭС (теплоэлектростанция).....</b>	<b>27</b>
<b>Вариант №2 Схема узловой подстанции .....</b>	<b>29</b>
<b>Вариант 3 Схема узловой подстанции .....</b>	<b>31</b>
<b>Вариант №4 Схема ТЭС с двумя блоками генератор- трансформатор .....</b>	<b>33</b>
<b>Вариант 5 Схема ТЭЦ на напряжение 6 кВ.....</b>	<b>35</b>
<b>Вариант 6 Схема узловой подстанции 220/110/35 и 6кВ</b>	<b>37</b>
<b>Вариант 7 Схема проходной подстанции .....</b>	<b>39</b>
<b>Вариант 8 Схема узловой подстанции .....</b>	<b>41</b>
<b>Вариант 9 Схема ТЭЦ.....</b>	<b>43</b>
<b>Вариант 10 Схема ГЭС .....</b>	<b>45</b>
<b>Вариант 11 Схема АЭС с двумя блоками .....</b>	<b>47</b>
<b>Вариант 12 Потребительская подстанция 220/110 кВ.....</b>	<b>49</b>
<b>Вариант 13 Районная узловая подстанция .....</b>	<b>51</b>
<b>Вариант 14 Схема питания и резервирования системы собственных нужд ТЭС.....</b>	<b>53</b>
<b>Вариант 15 Схема ГЭС со спаренным блоком .....</b>	<b>55</b>
<b>Вариант 16 Схема ТЭС.....</b>	<b>57</b>



<b>Вариант 17</b>	<b>Схема атомной станции АЭС</b>	<b>59</b>
<b>Вариант 18</b>	<b>Схема узловой подстанции 220/10 кВ</b>	<b>61</b>
<b>Литература</b>		<b>62</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика» является основой инженерного образования.

Основная цель изучения выше указанного курса – освоение методов построения и чтения чертежей геометрических объектов, развития пространственного изображения. Курс «Инженерная и компьютерная графика» включает раздел - электро-энергетические схемы.

Исходя из этого, целью данных методических указаний является знакомство с различными типами и видами электроэнергетических схем, правилами их выполнения, а также графическое изображение современных элементов электроэнергетических устройств.

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

**Схема** – это графический конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделий и связи между ними.

Схемы применяют при изучении принципа действия механизмов, машин, приборов, аппаратов, при их наладке и ремонте, монтаже трубопроводов и электрических сетей, для уяснения связи между отдельными составными частями изделия.

Схемы входят в комплект конструкторской документации и содержат необходимые данные для проектирования, изготовления, сборки, регулировки и эксплуатации изделий.

### **Схемы предназначены:**

*на этапе проектирования* – для выявления структуры будущего изделия при дальнейшей конструкторской разработке;

*на этапе производства* – для ознакомления с конструкцией изделия, разработки технологических процессов изготовления и контроля деталей;

*на этапе эксплуатации* – для выявления неисправностей и использования при техническом обслуживании;

Правила выполнения и оформления схем регламентируют стандарты седьмой классификационной группы ЕСКД:

ГОСТ 2.701-84 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению»;

ГОСТ 2.702-75 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем»;

ГОСТ 2.709-81 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники»;

ГОСТ 2.709-72 «ЕСКД. Система обозначений цепей в электрических схемах»;

ГОСТ 2.710-81 «ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах»;

### **Общие требования к выполнению схем:**

1. Схемы выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей.

2. Комплект схем должен быть минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации ремонта изделия.

3. На схемах, как правило, используют стандартные условные графические обозначения (УГО). При использовании нестандартных обозначений на схеме делают соответствующие

пояснения.

4. На схеме должно быть наименьшее число изломов и пересечений линий связи и расстояние между параллельными линиями не менее 3мм. Стандартом устанавливается толщина линий связи – от 0,2 до 1,0мм. В зависимости от формата схемы и размеров изображения рекомендуется толщина линии от 0,3 до 0,5мм. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений. Две соседние линии связи должны находиться друг от друга на расстоянии не менее 3мм, а графические изображения – на расстоянии не менее 2мм. Основная надпись – стандартная форма 1, а таблица над ней не должна выходить за ее габариты.

5. На схемах допускается помещать различные технические данные, которые располагаются около графических обозначений, на свободном поле или над основной надписью.

6. Разрешается выполнять схему на нескольких листах

#### **Термины, используемые в конструкторской документации:**

*Элемент схемы* – составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное значение (резистор, конденсатор, трансформатор и т.п.);

*Устройство* – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата);

*Функциональная группа* – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию (усилитель, модулятор, генератор и т.п.);

*Функциональная часть* – элемент, устройство или функциональная группа, имеющая определенное функциональное назначение;

*Функциональная цепь* – линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видеоканал и т.п.);

*Линия взаимосвязи* – отрезок линии на схеме, указывающий на наличие связи между функциональными частями изделия;

*Линия электрической связи* – линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и т.п.;

*Установка* – условное наименование объекта в энергетических сооружениях;

## ВИДЫ И ТИПЫ СХЕМ

### Классификация и обозначение схем:

Схемы в зависимости от элементов и связей между ними подразделяются на следующие **виды**:

- электрические – Э;
- гидравлические – Г;
- пневматические – П;
- газовые – Х;
- кинематические – К;
- вакуумные – В;
- оптические – Л;
- энергетические – Р;
- комбинированные – С;
- деления – Е;

По основному назначению подразделяются на типы:

- структурные – 1;
- функциональные – 2;
- принципиальные (полные) – 3;
- соединений (монтажные) – 4;
- подключения – 5;
- общие – 6;
- расположения – 7;
- объединенные – 0;

По **основному назначению** схемы подразделяются на **типы**, обозначенные цифровым кодом

**Электрическая структурная схема (Э 1)** отображает принцип работы изделия в общем виде (рис.1). На схеме изображают все функциональные части изделия (элементы, устройства, функциональные группы), а также основные взаимосвязи между ними. Построение схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. Над ними записывают позиционные обозначения или порядковые номера, которые раскрывают в таблице. В прямоугольнике или рядом наносят поясняющие надписи, параметры, диаграммы, математические зависимости и др.

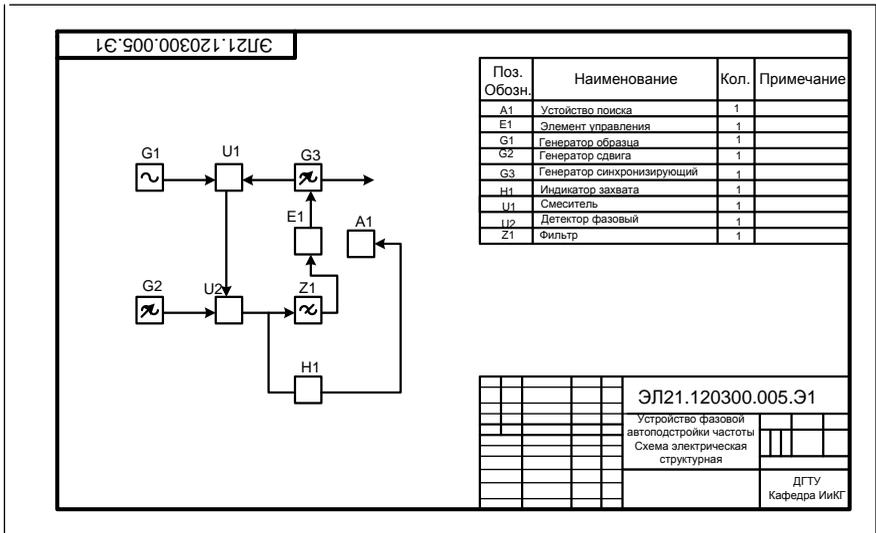


Рис.1 Схема электрическая структурная (Э1)

**Электрическая функциональная схема (Э 2)** на ней изображают функциональные части изделия (аналогично структурной) составляют ее так, чтобы по ней можно было проследить процессы, протекающие в отдельных цепях и в изделии в целом. Функциональные части и связи между ними изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД (рис. 2). Отдельные функциональные части на схеме допускается изображать в виде прямоугольников. Функциональные цепи на одной схеме различают и по толщине линий, применяя на одной схеме не более трех размеров.

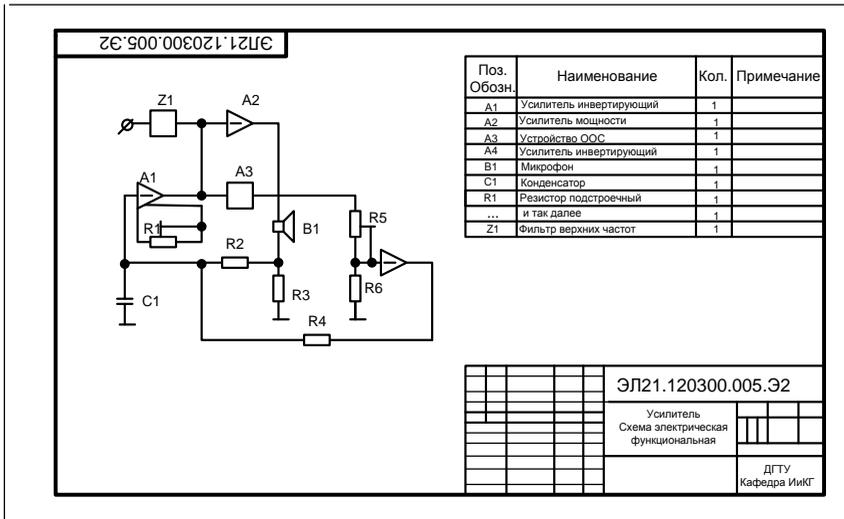


Рис.2 Схема электрическая функциональная (ЭЗ)

**Электрическая принципиальная схема (ЭЗ)** является наиболее полной схемой изделия, на которой изображают все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все связи между ними, а также элементы подключения (разъемы и зажимы), которыми заканчиваются входные и выходные цепи (рис.3).

Электрические элементы на схеме изображают условными графическими обозначениями, форма и размеры которых установлены в стандартах ЕСКД (табл.1). Всем изображениям на схеме элементам и устройствам присваиваются условные буквенно-цифровые позиционные обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710-81. Порядковые номера элементам (устройствам) начиная с единицы, присваивают в пределах группы элементов (устройств) с одинаковым буквенным позиционным обозначением одной группы или одного типа, например R1,R2,...,C1,C2 (рис.). Обозначения устройства указывают сверху или справа от изображения, которые затем показываются в таблице перечня элементов (рис.4).

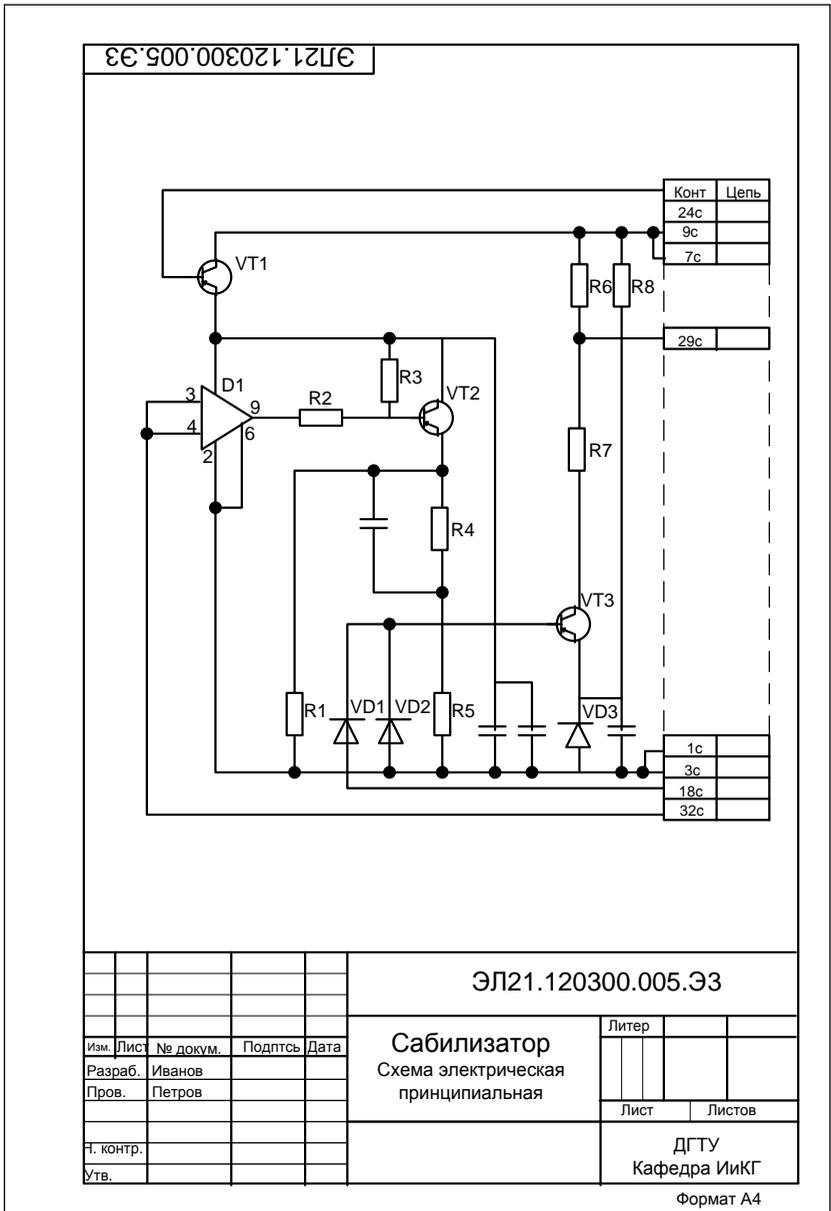


Рис. 3 Схема электрическая принципиальная (ЭЗ)

Поз. Обоз нач.	Наименование	Кол	Примечание
	<u>Конденсаторы КМ -56...ТУ</u>		
C1,C3,C4	КМ – 56 – М1500 – 1200 пФ...	3	
C2	КМ – 56 – М47 – 270 пФ	1	
D1	Микросхема К554СА3А...ТУ	1	
	<u>Резисторы МЛТ...ТУ</u>		
R1	МЛТ – 0,125 – 5,6 кОм...	1	
R1, R5	МЛТ – 0,125 – 680 кОм...	2	
R2, R4	МЛТ – 0,25 – 2 кОм...	2	
R6	МЛТ – 0,25 – 200 кОм...	1	
R7, R8	МЛТ – 0,5 – 1 кОм...	2	
	<u>Диоды</u>		
VD1,VD2	КД 522В...ТУ	2	
VD3	КД 510А...ТУ	1	
	<u>Транзисторы</u>		
VT1,VT3	КТ 503А...ТУ	2	
VT2	КТ 513А...ТУ	1	
X1	Вилка СНП59 – 96 ...ТУ	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дата
Разраб.	Иванов		
Пров.	Петров		
Ч. контр.			
Утв.			
<b>ЭЛ21.120300.005.ПЭЗ</b>			
<b>Сабиллизатор</b>		Литер	Лист
Перечень элементов			Листов
ДГТУ		Кафедра ИиКГ	

Формат А4

Рис. 4 Перечень элементов

**Электрическая схема соединений (Э 4)** определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т.п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, элементы в виде УГО, предусмотренных стандартами ЕСКД. Внутри прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, изображающих элементы, допускается помещать их УГО, а для устройств – их структурные, функциональные или принципиальные схемы. Схема содержит таблицу позиционных обозначений с пояснениями, как и для структурной схемы.

**Электрическая схема подключений (Э 5)** показывает внешние подключения изделий. На схеме должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия. Изделия и их составные части изображают на схеме в виде прямоугольников, а входные и выходные элементы (соединители) – в виде УГО.

**Электрическая общая схема (Э 6)** изображает элементы и устройства, входящие в комплекс, а также соединяющие их провода, жгуты и кабели. Устройства и элементы изображают в виде прямоугольников. Допускается изображать элементы в виде УГО или упрощенных внешних очертаний, а устройства в виде упрощенных внешних очертаний. Около изображения каждого устройства и элемента указывают его наименование и тип или обозначение документа.

**Электрическая схема расположения (Э 7)** определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости также жгутов, проводов и кабелей. Она аналогична общей схеме, но более простая. Связи наносят при необходимости, используя разрезы и аксонометрию.

Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы, например, схема электрическая принципиальная – Э 3, схема электрическая соединений – Э 4, который заносится в основную надпись.

**Существуют три способа графического выполнения схем:**

1. Отдельные устройства изображаются геометриче-



## Электрические схемы в электротехнике

скими фигурами (прямоугольники, квадраты и т.д.).

2. Элементы схем изображаются с помощью условных графических обозначений (УГО). Для электрических схем графические обозначения некоторых элементов приведены в таблице 1.

3. Элементы схем изображаются упрощенными внешними очертаниями, в том числе аксонометрическими. Этот способ часто применяется для кинематических схем.

Первый способ используется, в основном для изображения структурных и функциональных схем. Второй способ широко используется при составлении схем электрических принципиальных, определяющих полный состав электрических элементов изделий. Эта схема дает детальное представление о принципах работы изделия и служит основой для разработки конструкции, используется при изготовлении и эксплуатации. Схема содержит перечень элементов. На схему наносят условно графическое обозначение элементов изделия с позиционными обозначениями (буквенно-цифровыми), например C2 и R1 и т.д., справочные данные приводят в перечне элементов. В этой схеме использованы резисторы R1, R2, ..., конденсаторы C1, C2, логический диод VD2, контактный соединитель X1. Позиционное обозначение каждого элемента пишут над ним или справа от него, нумеруя сверху вниз, слева направо.

**Линии связи** – проводники идут от выводов микросхем (электрическое соединение проводов обозначается двоеточием) к контактам соединений X1, где записаны **адреса-цепи**. Для упрощения схемы линии связи можно оборвать, снабдив надписью. На повторяющиеся устройства нужно оформлять отдельную схему. На общей схеме повторяющееся устройство заменяют прямоугольниками с обозначением контактов на одном из них. Условные графические обозначения элементов и устройств изображают совмещенным и разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме так, как они расположены в изделии, т.е. в непосредственной близости друг от друга. При разнесенном способе УГО составных частей элементов располагают в разных местах схемы с учетом порядка прохождения по ним тока.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Перечень элементов схемы составляют по форме 1 (рис.5) и по форме 2 (рис.6) в виде таблицы. Его помещают на первом листе схемы (рис.1, рис.2) или выполняют в виде самостоятельного документа на отдельных листах формата А4 (рис.4), оформленных с основной надписью для текстовых документов по ГОСТ 2.104-68 (формы 2 и 2а).

**Форма 2** таблицы перечня элементов используется в случаях разбивки поля схематического чертежа на зоны.

Элементы и перечень записывают сверху вниз группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. Между группами оставляют пустую строку. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные обозначения, элементы располагаются по возрастанию порядковых номеров. Одинаковые элементы, имеющие последовательные номера, допускается записывать в одну строку.

В графах таблицы указывают следующие данные:

В графу **Поз. Обозначение** – вписывают только позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например С1, С2,...,R6, а в графу **Кол.** – общее количество этих элементов; в графе **Наименование** для элемента (устройства) – наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ, государственный стандарт и т.п.), для функциональной группы наименование; в графе **Примечание** – рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.



## **ПРОГРАММА ЗАДАНИЯ**

Студент получает индивидуальное задание, которое включает описание устройств, таблицу перечня элементов энергетического оборудования и схему расположения элементов.

Оформить электрическую принципиальную схему и перечень элементов энергетического оборудования (согласно варианту) по предложенной схеме и описанию к ней в соответствии с требованиями гост 2.701..., и т. д.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

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. 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 (УГО) согласно соответствующим стандартам (ГОСТ 2.722-..., ГОСТ 2.723-..., ГОСТ 2.725-..., ГОСТ 2.727-..., ГОСТ 2.747-..., ГОСТ 2.755-...).

Схемы выполняются в *однолинейном* изображении. При этом способе цепи, выполняющие идентичные функции (например, 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 (рисунок 7 а, б, в, г).

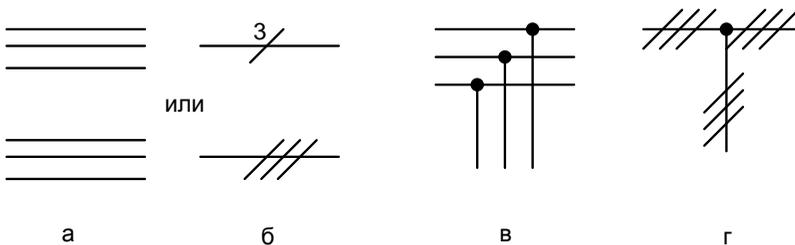


Рисунок 7. Многолинейное (а, в) и однолинейное (б, г) изображение линий связи

Размещение УГО на схеме должно обеспечивать наиболее простой рисунок схемы с минимальным количеством изломов и пересечений линий электрической связи. (таблица 1). Линии связи между элементами выполняются вертикальными и горизонтальными отрезками минимальной длины с изгибом под прямым углом. УГО рекомендуется изображать в положении, указанном стандартами, или повернутыми на угол, кратный 90 или 45° зеркально повернутые изображения. Графические изображения и

линии связи выполняют линиями одной толщины от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от формата схемы. Каждый элемент должен иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение, которое проставляется справа от него или над ним. Элементам, имеющим одинаковые буквенные коды, присваиваются порядковые номера в соответствии последовательностью их расположения на схеме сверху вниз в направлении слева направо (рисунок 8).

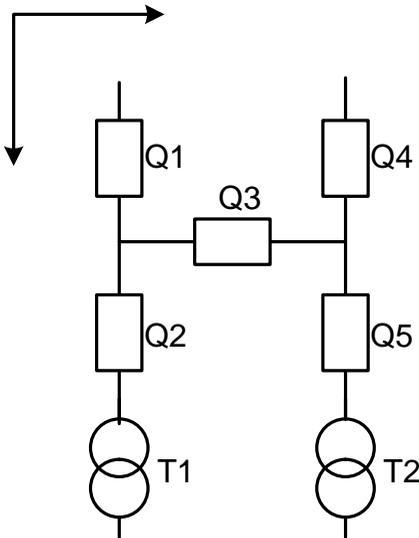


Рисунок 8. Порядок присвоения позиционных обозначений элементам схемы

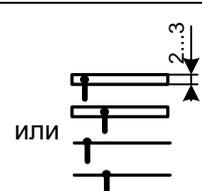
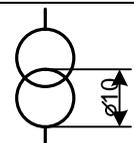
В основной надписи схемы указывают наименование изделия и документа – «Схема электрическая принципиальная», в обозначении схемы должен присутствовать ее код (ГОСТ 2.701 - ...). Полные сведения об элементах записывают в их перечень (рисунок 4, 5). Перечень элементов помещают на первом листе схемы или оформляют как самостоятельный документ на формате А4 с основной надписью для текстового документа. Элементы вносятся в перечень группами в алфавитном порядке буквенно-цифровых обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные обозначения, элементы располагаются по возрастанию порядковых номеров. Между группами элементов рекомендуется оставлять незаполненные строки для внесения изменений.

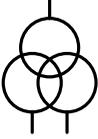
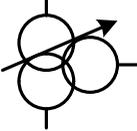
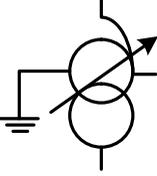
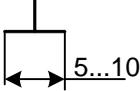
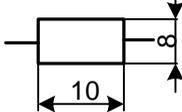
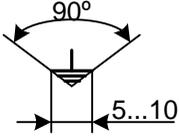
Для сокращения перечня элементов, элементы одного вида с одинаковыми параметрами допускается записывать одной строкой, указывая в графе «Кол.» общее количество элементов «QS1...QS8». При записи одинаковых по наименованию элементов рекомендуется объединять их в группы с общим заголовком, включающим повторяющиеся данные «Выключатели ВМТ ТУ...» (рисунок 9).

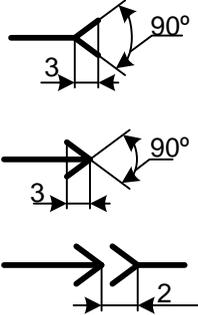
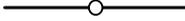
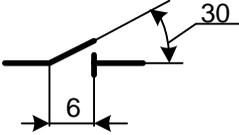
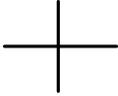
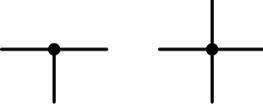
Поз. Обоз нач.	Наименование	Кол	Примечание
Q1, Q2	Выключатели ВМТ ТУ 16-674.047-85		
Q3	ВМТ – 220Б-40/1600Т1	2	
	ВМТ – 110Б-25/1250	1	
QS1...QS8	Разъединитель РНД-35/1000У1	8	
	ТУ16-520.102-79		

Рисунок 9. Пример заполнения таблицы перечня элементов

Таблица 1 - **Обозначение элементов в схемах электрических принципиальных**

Код	Наименование элемента	Обозначение	Код	Наименование элемента	Обозначение
А	Сборные шины распределительных устройств		Т	Трансформатор двухобмоточный	

G GC	Генератор Синхронный компенсатор		T	Трансформатор силовой, двухобмоточный с расщеплением обмотки низкого напряжения на две	
FV	Разрядник		T	Трансформатор трехфазный трехобмоточный с регулированием напряжения под нагрузкой	
LR	Реактор		T	Автотрансформатор силовой с встроенным регулированием напряжения под нагрузкой	
LR	Сдвоенный реактор			Корпус	
Q	Выключатель в силовых цепях			Заземление	

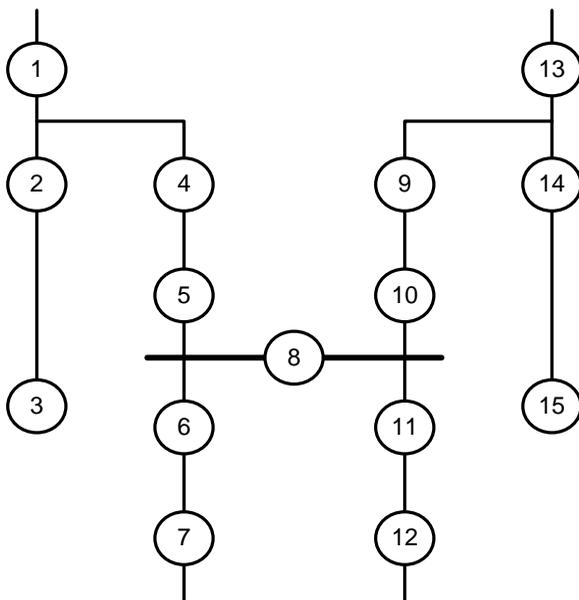
QN	Короткозамыкатель		Соединение разъёмное	
QR	Отделитель		Соединение разборное	
QS	Разъединитель		Линии связи пересекающиеся, электрически не соединенные	
QW	Выключатель нагрузки		Линии электрической связи с ответвлениями	

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМЫ УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Схема 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 6кВ через выключатели 6,11 подключены понижающие трансформаторы 7, 12 для питания нагрузки 0,4 кВ. На рисунках (рисунок 10, 11) показаны оформление электрической принципиальной схемы и таблицы пересечения элементов.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 13	T	Автотрансформатор АТДЦТН 63000/220/110	ГОСТ 17544-93
4, 9	LR	Реактор РБ-10-1000-0.14У3	ГОСТ 14794-79
2, 5, 8, 10, 14	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500У3	ТУ16-520.223-79
6, 11	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
7, 12	T	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ16-672.168-87
3, 15	GC	Компенсатор КС16-10У3	ГОСТ 609-84



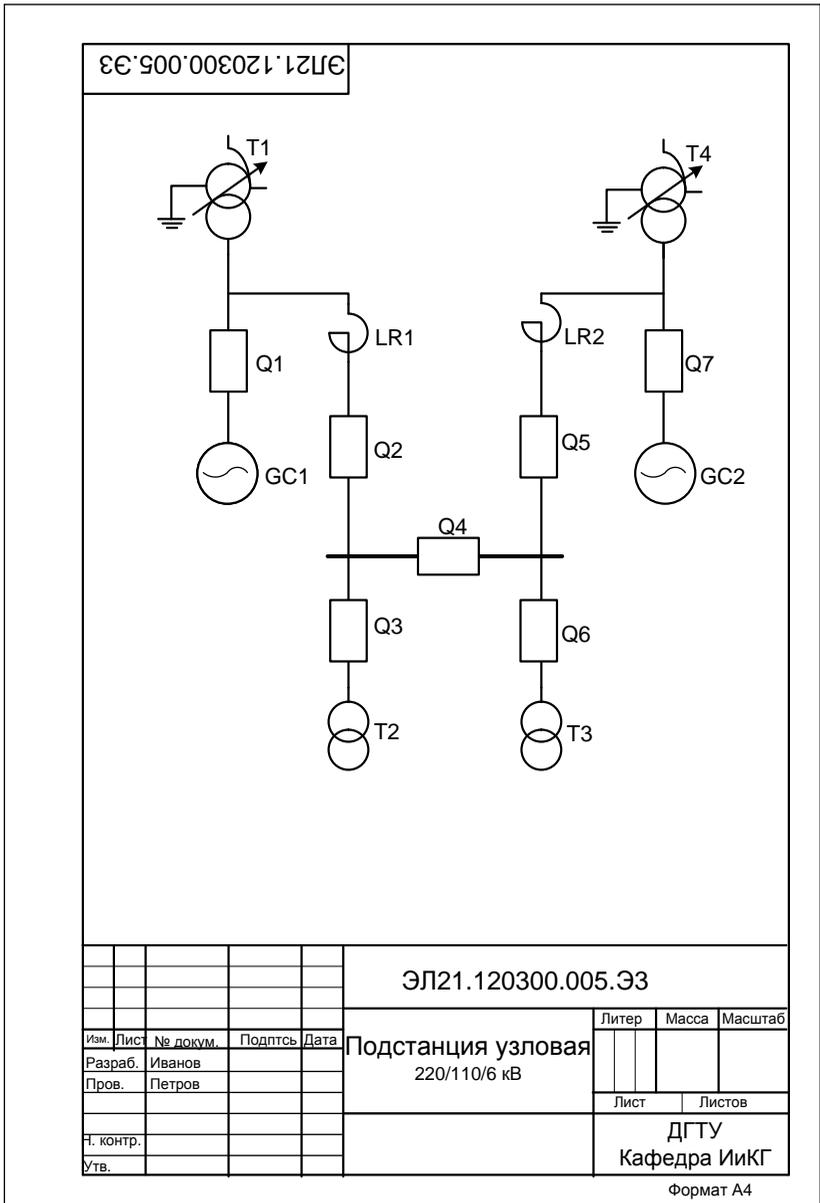


Рисунок 10. Электрическая принципиальная схема.  
Подстанция узловая 220/110/6кВ

Поз. Обоз нач.	Наименование	Кол	Примечание							
GC1,GC2	Компенсатор КС 16-10УЗ ГОСТ 609-84	2								
LR1,LR2	Реактор РБ-10-10000-0,14УЗ 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 АТДН 63000/220/110 ГОСТ 17544-85	2								
T2, T3	Трансформатор ТСЗ-400/10 ГОСТ 14074-76	2								
<b>ЭЛ21120300.005.ПЭЗ</b>										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Узловая подстанция 220/110/6 кВ Перечень элементов					
Разраб.	Иванов							Литер	Лист	Листов
Пров.	Петров							ДГТУ Кафедра ИиКГ		
Ч. контр.										
Утв.										

Формат А4

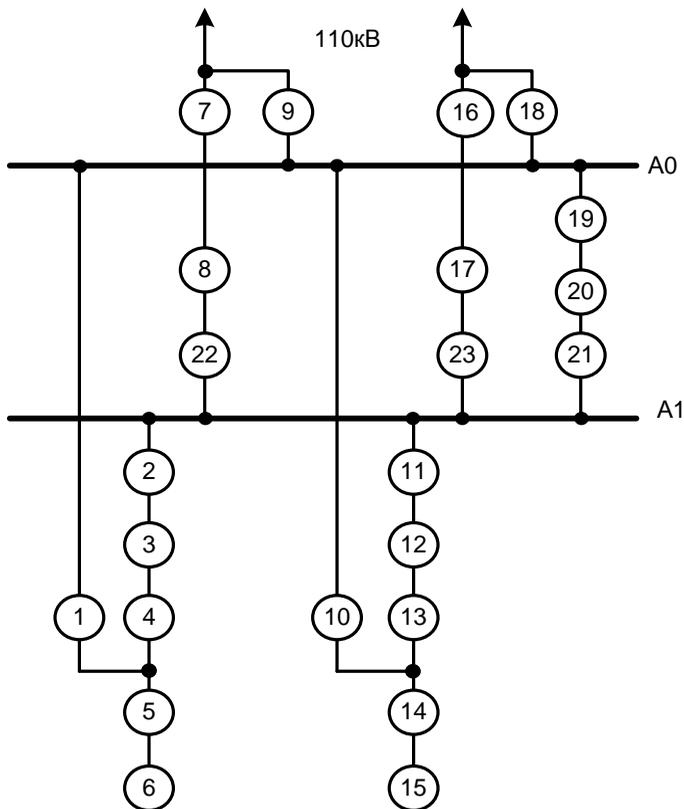
Рисунок 11. Таблица перечня элементов электрической принципиальной схемы. Подстанция узловая 220/110/6кВ

## ВАРИАНТ №1

### СХЕМА ТЭС (ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ)

На тепловой электростанции установлены два блока «генератор-трансформатор». Блоки, состоящие из генераторов(6,15) и повышающих трансформаторов (5,14), подключены к распределительному устройству (РУ) 110кВ, которое выполнено по схеме одиночной системы сборных шин с обходной системой шин. Все присоединения подключены к рабочей системе 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 шинносоединительным выключателем 20. Такая схема позволяет проводить ремонты оборудования без перерыва нормальной работы присоединений.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
5, 14	T	Трансформатор ТДЦ-125000/110	ГОСТ 1299655-93
1,2,4,7,9,10,11,13,16, 18,19,21-23	QS	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ16-520.102-79
3,8,12,17,20	Q	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
6.15	G,GC	Генератор ТВФ-110-2ЕУЗ	ТУ16-651.008-84

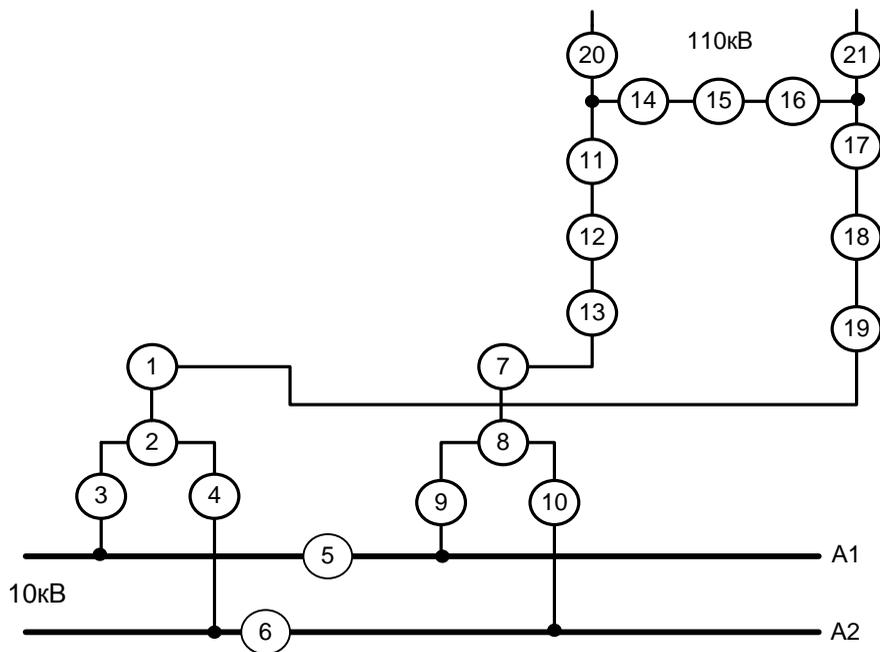


## ВАРИАНТ №2

### СХЕМА УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

На узловой подстанции установлены автотрансформаторы 1, 6. Для ограничения токов короткого замыкания на стороне низшего напряжения 10кВ 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 4, 6. Распределительное устройство 110кВ выполнено по схеме мостика с выключателями 12, 15, 18 и соответствующими разъединителями 11, 13, 14, 16, 17, 19.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 7	T	Автотрансформатор АТДЦТН- 63000/22/110	ГОСТ 17544-93
11, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21	QS	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ16-520.102-79
12, 15, 18	Q	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
3-6, 9, 10	QW	Выключатель ВМПЭ 10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
2, 8	LR	Реактор РБС-10-2х630-0.25У3	ГОСТ 14794-79

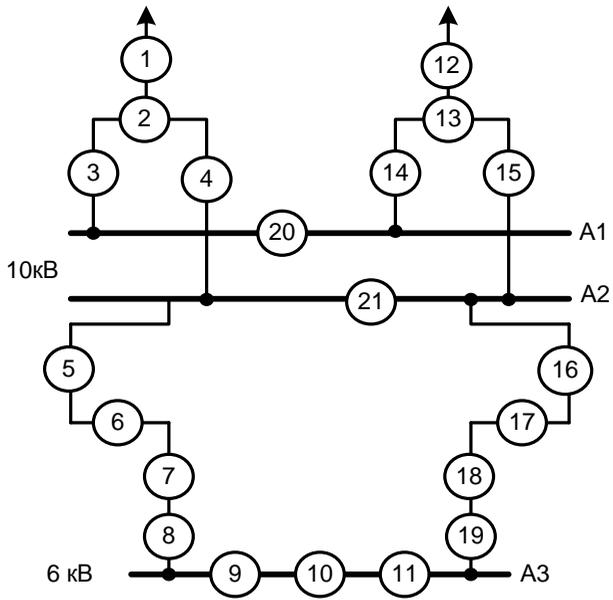


## ВАРИАНТ 3

### СХЕМА УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

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

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 12	T	Автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110	ГОСТ 17544-93
6, 17	T	Трансформатор ТМ-1600/10	ГОСТ 11929-87
8, 9, 11, 19	QS	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ16-520.151-83
7, 10, 18	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500У3	ТУ16-520.223-79
3, 4, 5, 14, 15, 16,20,21	QW	Выключатель МГТ-10-3150-45Т3	ТУ16-520.114-73
2, 13	LR	Реактор РБС-10-2х630-0.25У3	ГОСТ 14794-79

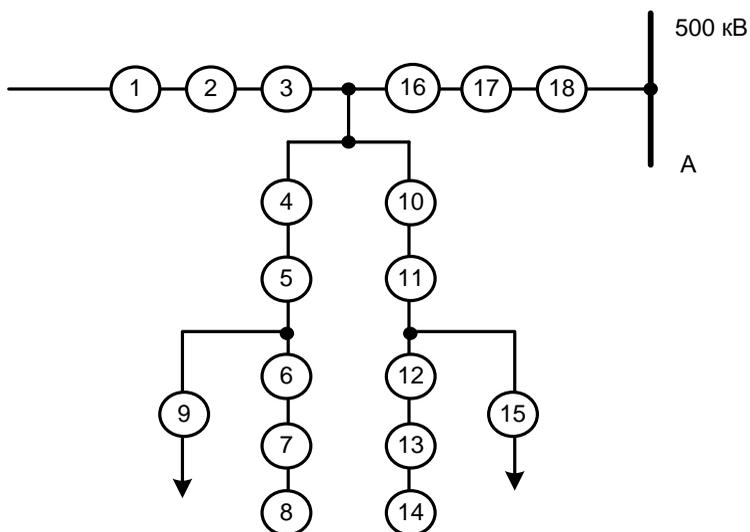


## ВАРИАНТ №4

### 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 500кВ. Отключение блока со стороны 500кВ осуществляется выключателями 2, 17. Собственные нужды станции получают питание от рабочих трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения 9, 15, которые подключены как отвлечение 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
5, 11	T	Трансформатор ТНЦ-1000000/500	ГОСТ 17544-93
9, 15	T	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
2, 17	Q	Выключатель ВНВ-500Б-60/3150У1	ТУ16-520.222-79
7, 13	Q	Выключатель ВВЭ-35-20/1600У3	ТУ16-520.221-79
1, 3, 4, 10,16, 18	QS	Разъединитель РПД-500-1/3150У1	ТУ16-520.209-78
6, 12	QS	Разъединитель РНД-135/1000У1	ТУ16-520.102-79
8, 14	G	Генератор ТВВ-800-2ЕУ3	ТУ 16-87

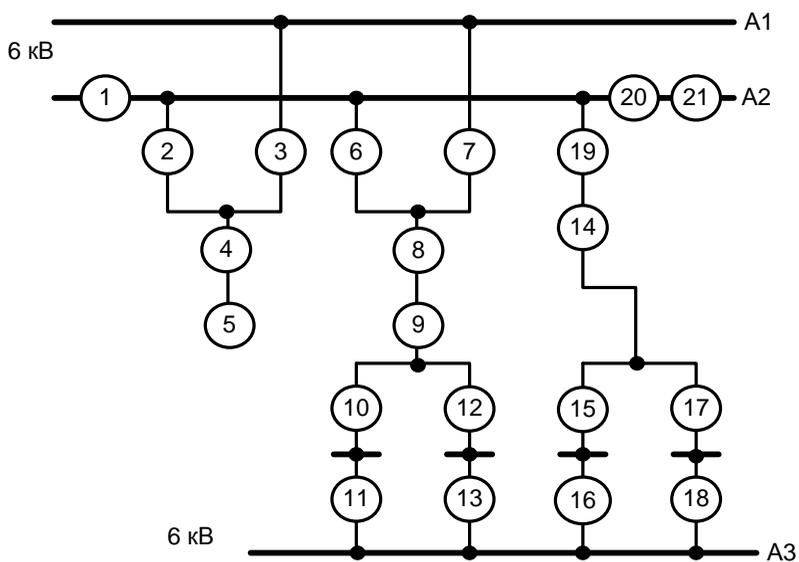


## ВАРИАНТ 5

### СХЕМА ТЭЦ НА НАПРЯЖЕНИЕ 6 КВ

На станции установлен турбогенератор 5, выдающий энергию в распределительное устройство (РУ) 6кВ. К сборным шинам 6кВ турбогенератор 5 подключен через выключатель 4 и развилку из двух разъединителей 2, 3. РУ 6кВ 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1-4, 9-18, 21	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500У3	ТУ16-520.223-79
2, 3, 6, 7	QS	Разъединитель РЛНД-10/4000У1	ТУ16-520.151-83
8, 19, 20	LR	Реактор РБНГ 10-1600-18У3	ГОСТ 14794-79
5	G,GC	Генератор ТВФ-63-2ЕУ3	ТУ16-651.008-84

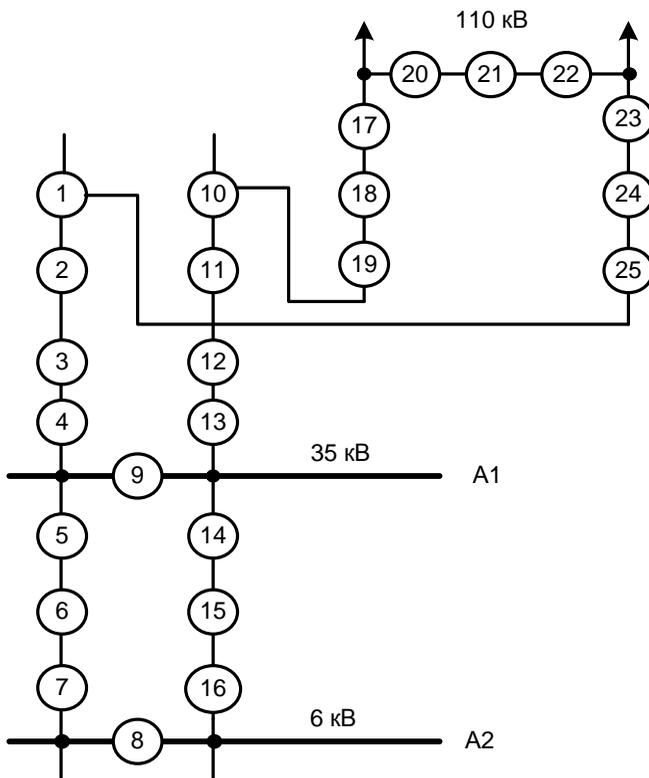


## ВАРИАНТ 6

### СХЕМА УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 220/110/35 И 6КВ

На подстанции установлены два автотрансформатора 1, 10. Распределительное устройство 110 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 35кВ, 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 10	T	Автотрансформатор АТДЦТН 63000/220/110	ГОСТ 17544-93
6, 15	T	Трансформатор ТД-16000/35	ГОСТ 11920-93
18, 21, 24	Q	Выключатель ВМТ-110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
3, 12, 9	Q	Выключатель С35-3200-50У1	ТУ16-520.221-79
7, 8, 16	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
17, 19, 20, 22, 23, 25	QS	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ16-520.102-79
2, 4, 5, 11, 13, 14	QS	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ16-520.102-79



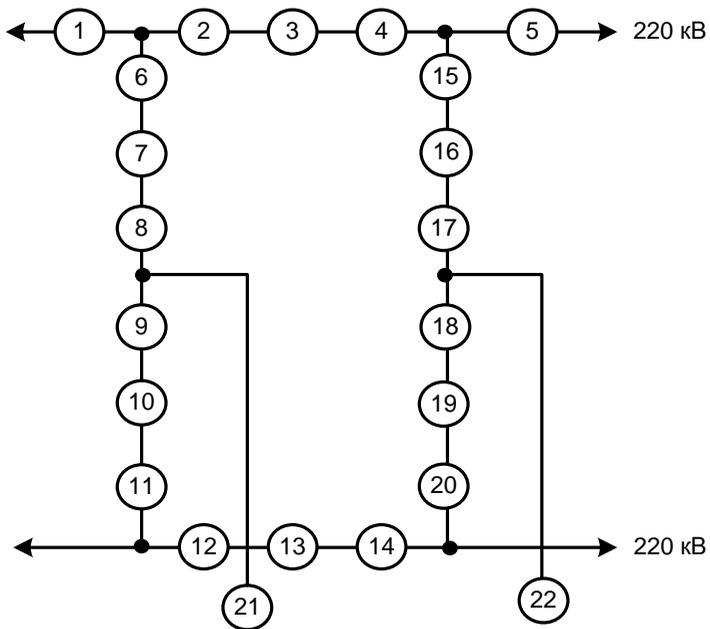
## ВАРИАНТ 7

### 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
21, 22	T	Автотрансформатор АТДЦТН 125000/220/110	ГОСТ 17544-93
3, 7, 10, 13, 16, 19	Q	Выключатель ВМТ-220Б-40/1600	ТУ16-674.047-85
1, 2, 4, 5,6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20	QS	Разъединитель РНД-220Б/1250Т1	ТУ16-520.240-82

Инженерная и компьютерная графика

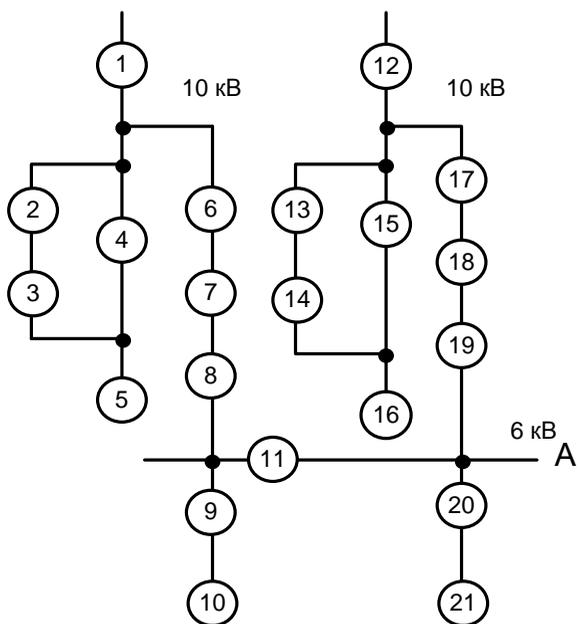


## ВАРИАНТ 8

### СХЕМА УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

На подстанции установлены два автотрансформатора 1,12. К обмотке низшего напряжения 10 кВ автотрансформаторов через выключатели 6, 17 подключены понижающие автотрансформаторы 7, 18 для питания местной нагрузки. Схемы питания местной нагрузки выполнена как одиночная секционированная (секционный выключатель 11). На подстанции установлены синхронные компенсаторы 5,16, для которых предусмотрен пуск через реакторы 3, 14. К сборным шинам 6кВ через выключатели 9, 20 присоединены трансформаторы 10,21, понижающие напряжение до 0,4 кВ.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 12	T	Автотрансформатор АТДЦТН 63000/220/110	ГОСТ 17544-93
7, 18	T	Трансформатор ТМ-1000/10Т	ГОСТ 11920-93
10, 21	T	Трансформатор ТСЦ-630/10Т	ТУ16-672.168-87
8, 9, 11, 19, 20	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500 УЗ	ТУ16-674.047-85
2, 4, 6, 13, 15, 17	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
3,14	LR	Реактор РБНГ-10-1600-0.35У1	ГОСТ 14794-79
5, 16	GC	Компенсатор КС 10-10У3	ГОСТ 609-84

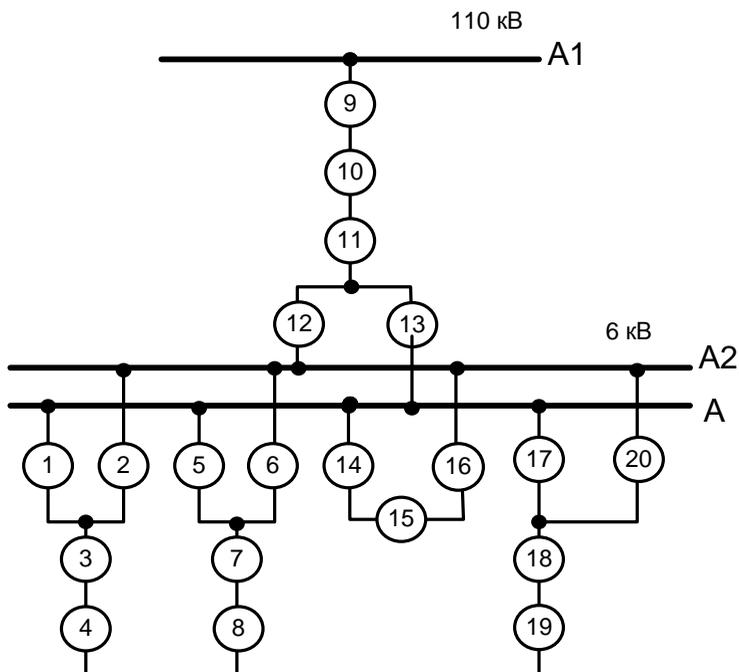


## ВАРИАНТ 9

### 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 1и 2, 5-6, 12-1- и 13, 17 и 20, позволяющие использовать ту или иную сборную шину. Питание собственных нужд ТЭЦ осуществляется от сборных шин 6кВ через реактированные кабельные линии (реакторы 3,18). В схеме предусмотрен шиносоединительный выключатель 15. Связь РУ 6кВ с РУ 110 кВ осуществляется через трехобмоточный трансформатор 10, на который предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
10	T	Трансформатор ТДТН-25000/100	ГОСТ 12965-93
1, 2, 5, 6, 12, 13, 14, 16, 17, 20	QS	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ16-520.151-83
9	Q	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
4, 7, 11, 15, 19	Q	Выключатель ВЭС-6-40/3150 ТЗ	ТУ16-520.223-79
3,18	LR	Реактор РБНГ-10-1600-0.35У1	ГОСТ 14794-79
8	G	Генератор ТВФ- 63-2ЕУ3	ТУ16-651.008-84

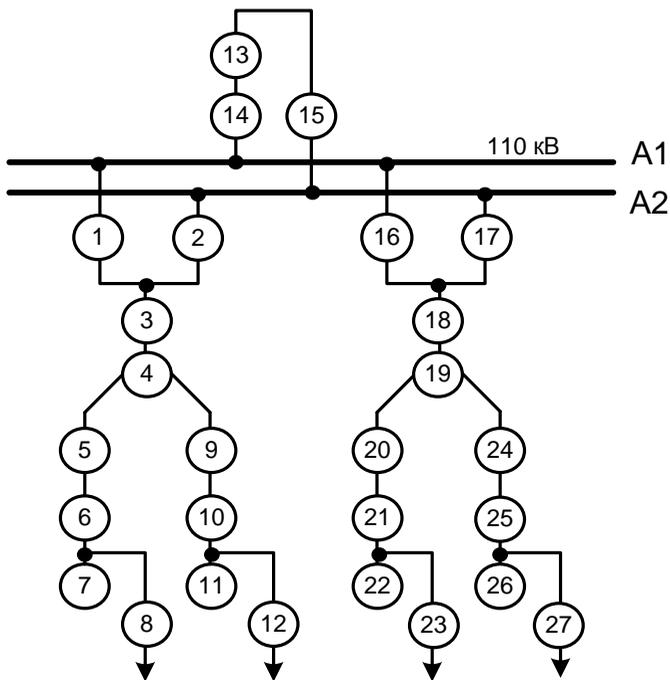


## ВАРИАНТ 10

### СХЕМА ГЭС

На гидростанции 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 сбонным шинам 110 кВ через выключатели 3, 18 и развилки из двух разъединителей соответственно 1 и 2, 16 и 17. В схеме 110кВ предусмотрен шинносоединительный 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
4, 19	T	Трансформатор ТРДН-80000/110	ГОСТ 12963-93
8, 12, 23, 27	T	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ16-672.168-87
1, 2, 14-17	QS	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ16-520.102-79
5, 9, 20, 24	QS	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ16-520.151-83
3, 13, 18	Q	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
6, 10, 21, 25	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
7, 11, 22, 26	G	Генератор СВ-840/95-80УХЛ4	ГОСТ 5616-89

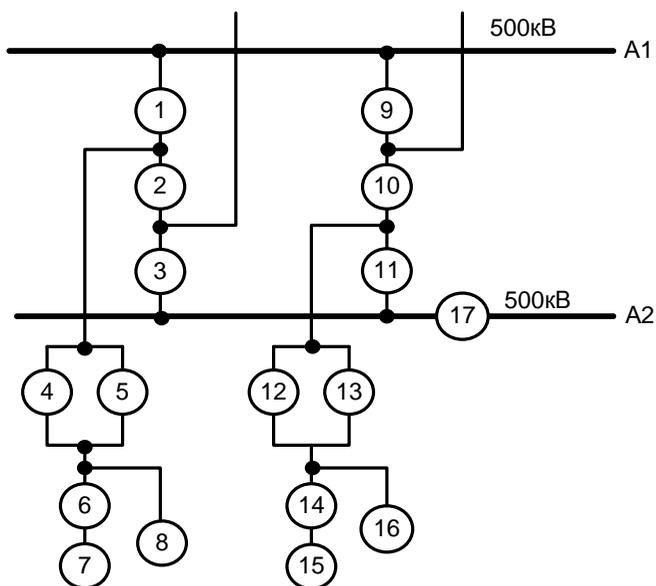


## ВАРИАНТ 11

### СХЕМА АЭС С ДВУМЯ БЛОКАМИ

На станции установлены два блока по 1000 МВт (генераторы 7, 15), мощность которых выдается в сеть 500 кВ. Распределительное устройство 500кВ 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 ответственных 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
4, 5, 12, 13	T	Трансформатор ТЦ-630000/500	ГОСТ 17544-93
8, 16	T	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
6, 14		Устройство комплектное КАГ-24-30/30000УЗ	ТУ15-674.009-84
1-3, 9-11, 17	Q	Выключатель ВНВ-500Б-60/3150У1	ТУ16-520.222-79
7, 15	G	Генератор ТВВ-1200-2У3	ТУ 16-87 (ИА-ЕГ. 651133.014ТУ

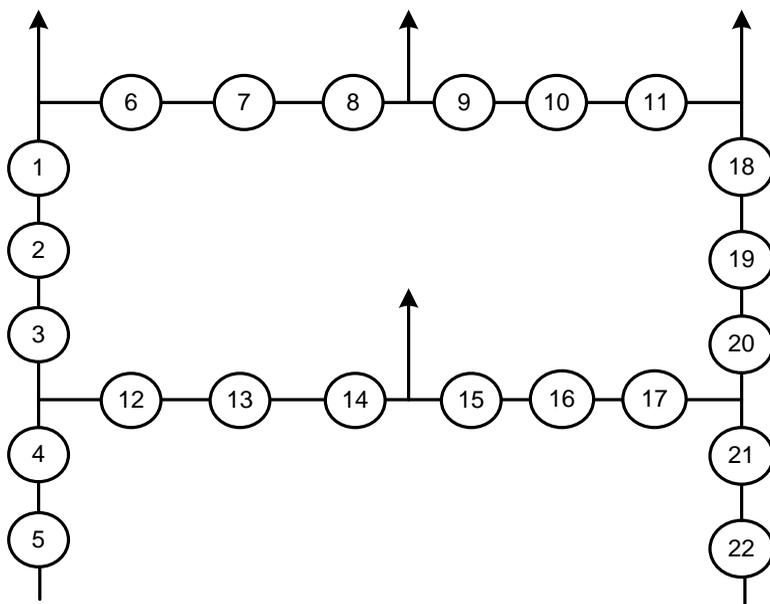


## ВАРИАНТ 12

### ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ПОДСТАНЦИЯ 220/110 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
5, 22	T	Автотрансформатор АТДЦТН 125000/220/110	ГОСТ 17544-93
2, 7, 10, 13, 16, 19	Q	Выключатель ВМТ-220Б- 40/1600Т1	ТУ16-674.047-85
1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20, 21	QS	Разъединитель РДЗ-220Б/1250Т1	ТУ16-520.240-82

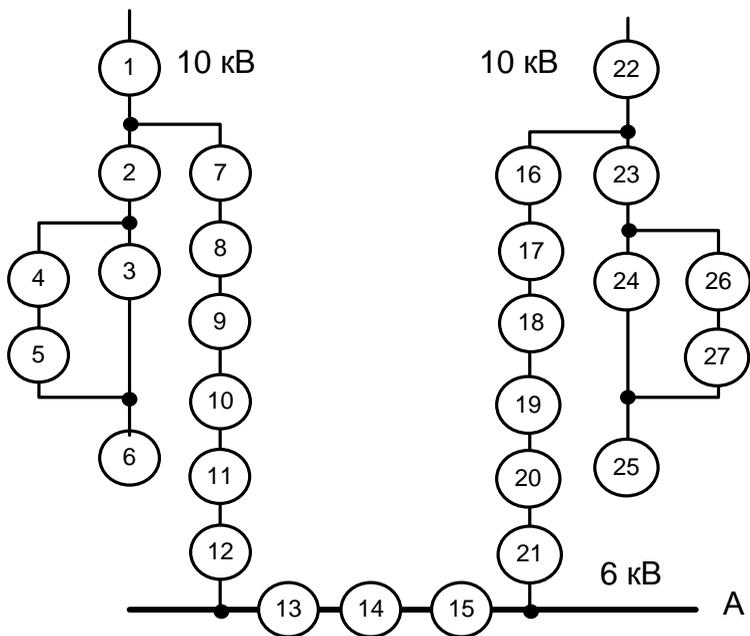


## ВАРИАНТ 13

### 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
1, 22	T	Автотрансформатор АТДЦТН 200000/220/110	ГОСТ 17544-93
10,19	T	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ16-672.168-87
11,14, 20	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500 УЗ	ТУ16-520.223-79
3, 4, 8, 17, 24, 26	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
12, 13, 15, 21	QS	Разъединитель РВ-6/400УЗ	ТУ16-520.095-76
2, 7, 9, 16, 18, 23	QS	Разъединитель РЛНД-10/400У1	ТУ16-520.151-83
5, 27	LR	Реактор РБНГ-10-1600-0.35У1	ГОСТ 14794-79
6,25	GC	Компенсатор КС 10-10УЗ	ГОСТ 609-84

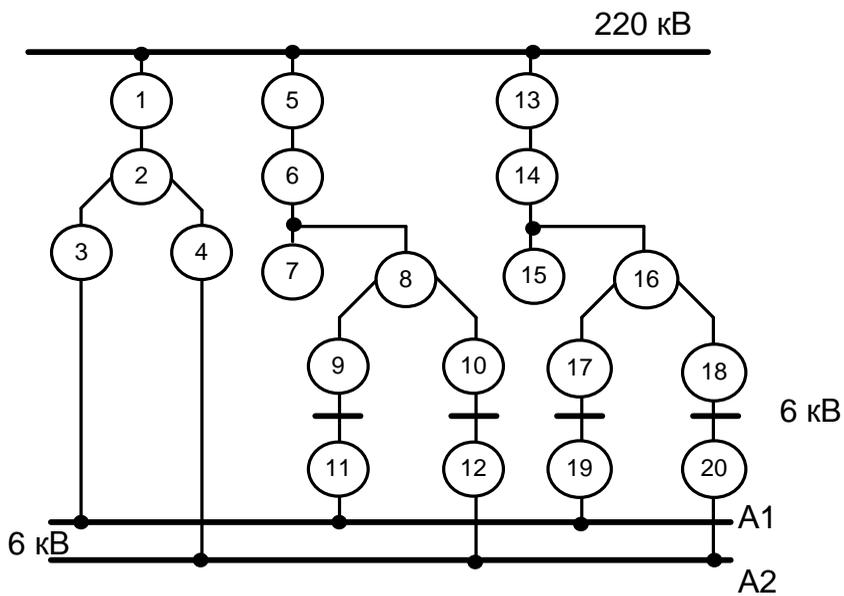


## ВАРИАНТ 14

### СХЕМА ПИТАНИЯ И РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ТЭС

Питание собственных нужд станции на напряжение 6 кВ осуществляется через рабочие трансформаторы собственных нужд 8, 16, подключенных как ответвление 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
6, 14	T	Трансформатор ТЦ-630000/220-74	ГОСТ 17544-93
2	T	Трансформатор ТРДНС-32000/220	ГОСТ 17544-93
8, 16	T	Трансформатор ТРДНС-32000/15	ГОСТ 11920-93
1, 5, 13	Q	Выключатель ВМТ-220Б-25/1250УХЛ1	ТУ16-674.047-85
3, 4, 9-12, 17-20	Q	Выключатель ВЭС-6-40/2500УЗ	ТУ16-520.223-79
7, 15	G	Генератор ТВВ-500-2ЕУЗ	ТУ 16-87(ИАЕГ.651 133.014ТУ)

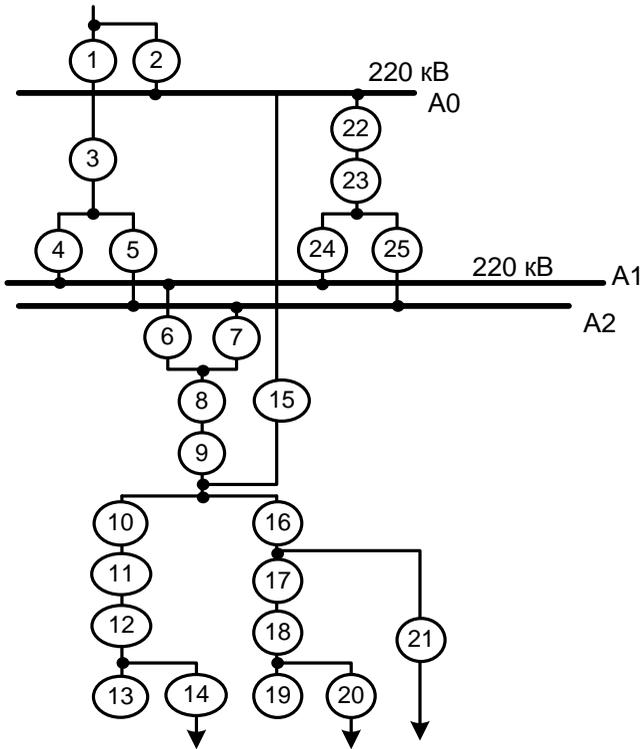


## ВАРИАНТ 15

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

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
11, 17	T	Трансформатор ТДЦ-250000/220-74	ГОСТ 17544-93
14, 20, 21	T	Трансформатор ТДНС-16000/20	ГОСТ 11920-93
3, 8, 23	Q	Выключатель ВМТ 220Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
12, 18	Q	Выключатель ВВЭ-35-20 1600	ТУ16-520.221-79
1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 16, 22, 24, 25	QS	Разъединитель РДЗ-220Б/1250Т1	ТУ16-520.240-82
13. 19	G	Генератор ТГВ-220-2МУ3	ТУ16-512.254-78

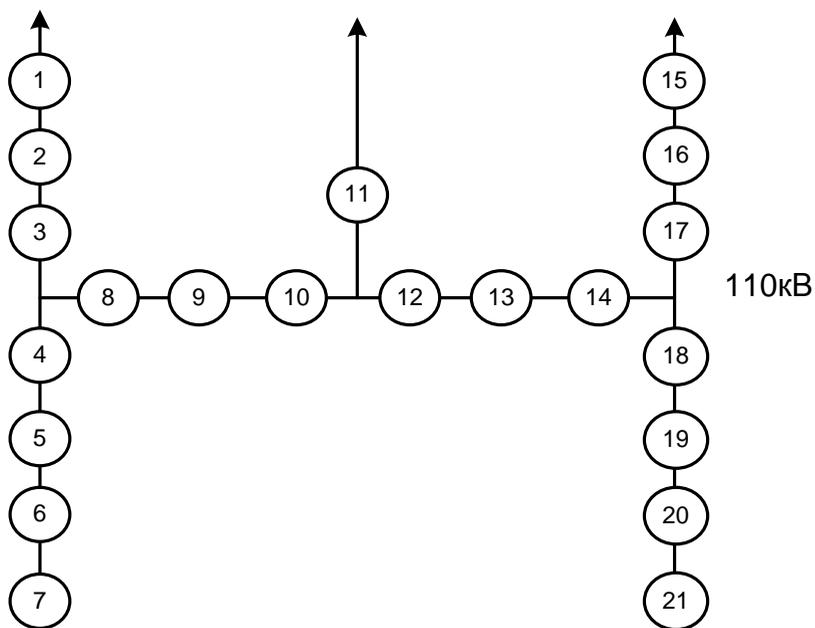


## ВАРИАНТ 16

### СХЕМА ТЭС

На станции установлены два турбогенератора 7, 21, подключенные к обмоткам низшего напряжения трансформаторов 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
5, 19	T	Трансформатор ТДЦ-80000/220-74	ГОСТ 12965-93
1,3, 4, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18	QS	Разъединитель РНД-110Б/1000У1	ТУ16-520.102-79
2, 9, 13, 16	Q	Выключатель ВМТ 110Б-25/1250	ТУ16-674.047-85
6,20	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-2У2	ТУ16-520.073-76
7, 21	G	Генератор ТВФ-63-2ЕУ3	ТУ16-651.008-84

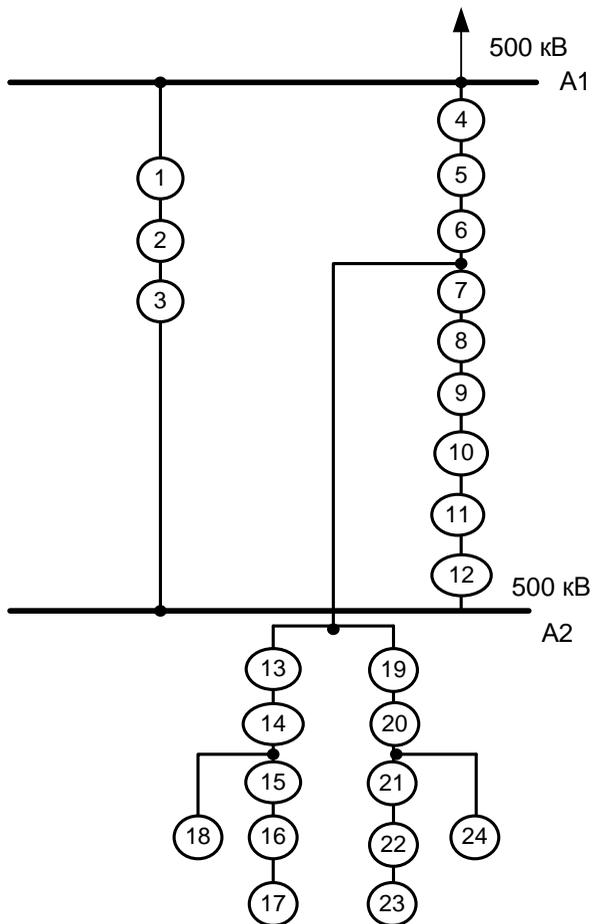


## ВАРИАНТ 17

### 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. Собственные нужды станции получают питание к участку 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, предусмотрено регулирование напряжения под нагрузкой.

Позиция	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
14, 20	T	Трансформатор ТНЦ-10000000/500	ГОСТ 17544-93
18, 24	T	Трансформатор ТРДНС-40000/35	ГОСТ 11920-93
1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 19	QS	Разъединитель РПД-500-1/3150У1	ТУ16-520.209-78
15, 21	QS	Разъединитель РНД-35/1000У1	ТУ16-520.209-78
2,5, 8, 11	Q	Выключатель ВНВ 500Б-60/3150У1	ТУ16-674.222-79
16,22	Q	Выключатель ВВЭ-35-20 1600У3	ТУ16-520.221-79
17, 23	G	Генератор ТВВ-800-2ЕУ3	ТУ16-87

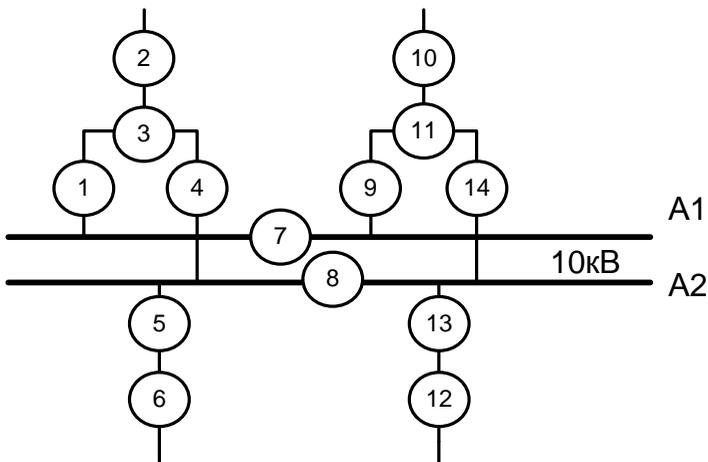


## ВАРИАНТ 18

### СХЕМА УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 220/10 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	Обозначение	Наименование	ГОСТ или ТУ
2, 10	T	Автотрансформатор АТДЦТН 25000/220/110	ГОСТ 17544-93
6, 13	T	Трансформатор ТСЗ-400/10	ТУ16-672.168-87
1, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 14	Q	Выключатель ВМПЭ-10-630-20У2	ТУ16-520.073-76
3,11	LR	Реактор РБС-10-630-0.25У3	ГОСТ 14794-79



## ЛИТЕРАТУРА

1. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению ГОСТ 2.701-84. М.: Изд-во стандартов, 2000.
2. ЕСКД. Правила оформления электрических схем. ГОСТ 2.702-75. Изд-во стандартов, 2000.
3. ЕСКД. Общие правила оформления чертежей; Сб. стандартов ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.315-68. Изд-во стандартов, 2000.
4. Инженерная графика: общий курс. Учебник/ Под ред. Н.Г. Иванцевской и В.Г.Бурова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 232 с.