

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Е.Я. АБРАМОВА, С.К. АЛЕШИНА

# **Графические изображения элементов электрической части станций и подстанций**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ И  
ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Рекомендованы к изданию Редакционно-издательским советом  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2005

УДК 658.26.621.316.1

ББК 31.211

А 16

Рецензент

начальник службы районных сетей ОАО «Оренбургэнерго» инженер А.И. Овсянников

- А 16**      **Абрамова Е.Я.**  
**Графические изображения элементов электрической части станций и подстанций [Текст]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию /Е.Я. Абрамова, С.К. Алешина.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 25 с.**

В методических указаниях представлены графические изображения элементов электрической части станций и подстанций, используемых при выполнении курсовых и дипломных проектов.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 100400 дневной, вечерней и заочной формы обучения.

ББК 31.211

© Абрамова Е.Я.,  
Алешина С.К., 2005  
© ГОУ ОГУ, 2005

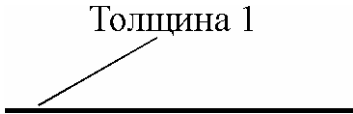


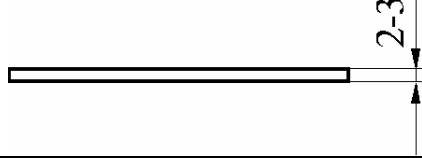

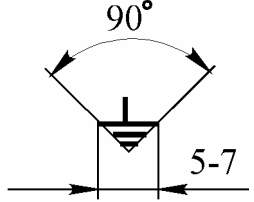
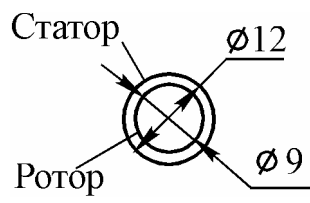
## **Введение**

При выполнении курсового проекта по электрической части станций и подстанций вычерчиваются 2 листа формата А1 594×841. На листе 1 изображается однолинейная схема электрических соединений проектируемой подстанции, на которой указываются все аппараты подстанции, их номинальные параметры, а также аппараты защиты, приборы учета и контроля. На листе 2 изображается проектируемая подстанция в плане и разрезе.



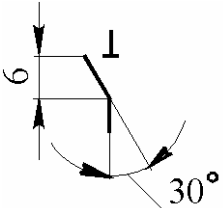


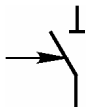
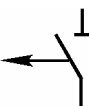
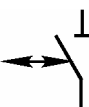
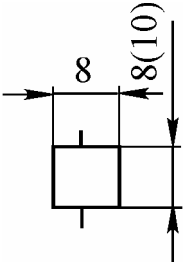

# 1 Общие положения и определения

В настоящем пособии приводятся стандартные буквенные и графические обозначения отдельных элементов схем электрических соединений и их размеры в схемах /1, 2, 3/, а также изображения этих элементов в масштабе на плане и разрезе подстанции, приведены типовые схемы отдельных подстанций /4, 5/.

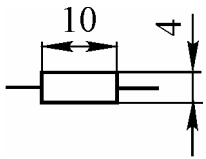
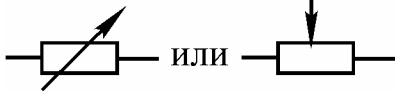
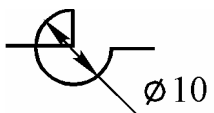
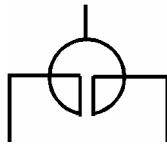
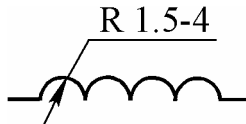

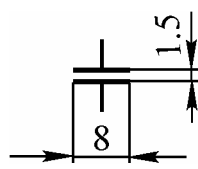

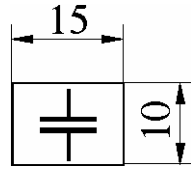
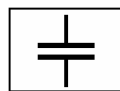
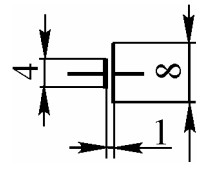
Таблица 1 - Условные графические обозначения элементов схем

Наименование	Буквенные обозначения	Графические обозначения и размеры
1	2	3
Линия электрической связи или провод, общее обозначение	W	Толщина 1 
Линия электропередачи постоянного тока	W	$\pm 750$ кВ 
Кабельная линия электропередачи	W	
Шина, общее обозначение		
Отводы (отпайки от шин)		
Заземление		
Машина электрическая:		
а) общее обозначение (внутри окружности можно указать род машины, род тока, число фаз или вид соединения обмоток)	G	

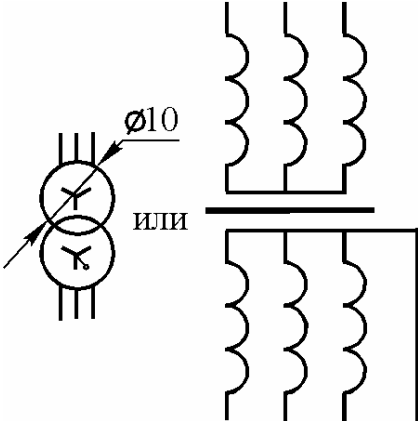
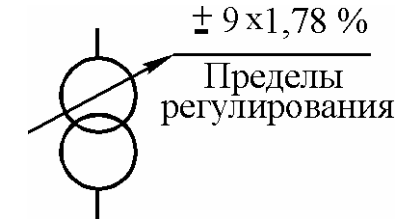
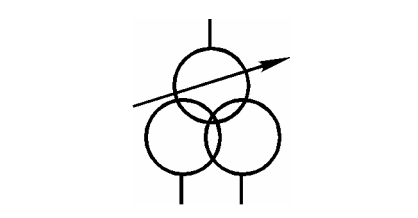
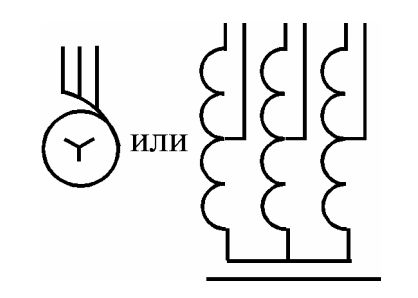
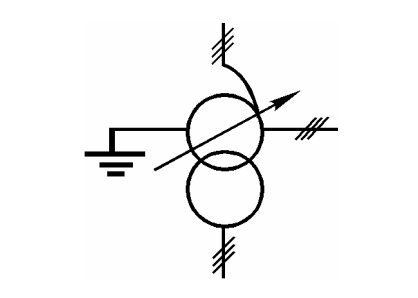
Продолжение таблицы 1

1	2	3
б) трехфазный генератор переменного тока	GA	
в) двигатель с соединением обмоток в “звезду”	M	
Разъединитель		
а) общее обозначение	QS	
б) заземляющий	QSG	
Выключатель-разъединитель (выключатель нагрузки)	QW	
Короткозамыкатель	QN	
Отделитель		
а) одностороннего действия	QR	
б) двустороннего действия	QR	
Выключатель мощности ВН		
а) отключен	QF	
б) включен	QF	


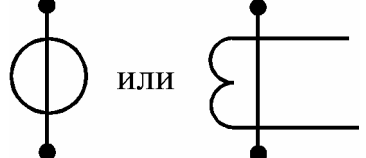
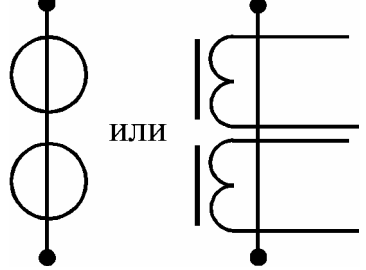
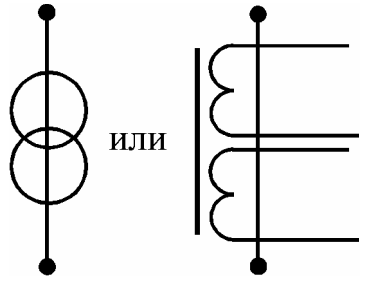
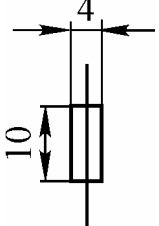

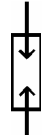
Продолжение таблицы 1

Резистор:		
а) постоянный	RG	
б) переменный	R	
Реактор		
а) общее обозначение	LR	
б) сдвоенный реактор	LR	
Катушка индуктивности (реактивное сопротивление), дроссель без сердечника	L	
Дроссель с ферромагнитным сердечником	L	
Конденсатор:		
а) постоянной емкости, общее обозначение	C	
б) переменной емкости	C	
в) батарея конденсаторов	CB	
г) зарядный конденсаторный блок	CG	
Аккумуляторная батарея	G	

Продолжение таблицы 1


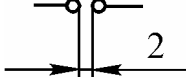
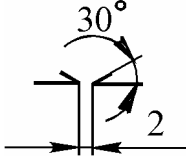
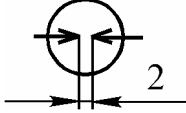

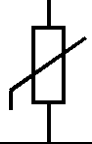
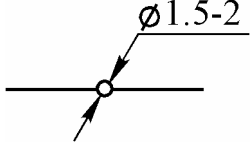

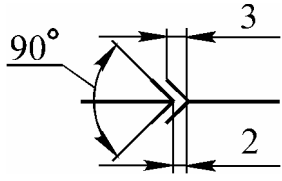
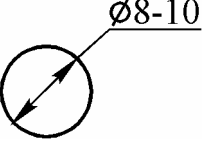
1	2	3
<p>Трансформатор трехфазный а) двухобмоточный (соединение обмоток в звезду с заземлением нейтрали)</p>	<p>T</p>	
<p>б) двухобмоточный (однолинейное исполнение), с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН)</p>	<p>T</p>	
<p>в) двухобмоточный с расщеплением обмотки НН на две (или трехобмоточный), с РПН</p>	<p>T</p>	
<p>Автотрансформатор трехфазный</p>		
<p>а) двухобмоточный - соединение обмоток в "звезду"</p>	<p>T</p>	
<p>б) трехобмоточный со встроенным регулированием напряжения под нагрузкой</p>	<p>T</p>	

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Трансформатор напряжения измерительный	TV	
Трансформатор тока:		
а) с одной вторичной обмоткой	TA	
б) с двумя вторичными обмотками и с двумя сердечниками	TA	
в) с одним сердечником и двумя вторичными обмотками	TA	
Предохранитель:		
а) плавкий	FV	
б) пробивной	F	
Разрядник:		
а) трубчатый	FV	



Продолжение таблицы 1

1	2	3
б) вентильный	FV	
в) шаровой	FV	
г) роговой	FV	
д) вакуумный	FV	
Промежуток искровой защитный	FV	
Ограничитель перенапряжений	FV	
Контактное соединение		
а) разборное		
б) неразборное		
в) разъемное		
Прибор измерительный		
а) показывающий	РА	

Продолжение таблицы 1

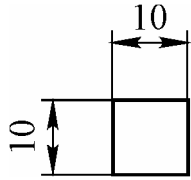
























1	2	3
б) регистрирующий	A	
в) интегрирующий	Wh	
Внутри общего обозначения могут быть вписаны поясняющие буквы: а) амперметр б) вольтметр в) ваттметр г) варметр д) счетчик активной энергии е) счетчик реактивной энергии ж) частотомер	A, PA V, PV W, PW Var, PVA Wh, PI Varh, Pk PF	

Таблица 2 - Графическое обозначение объектов на схемах и планах

Наименование объекта	Обозначение объекта		
	Сущест- вующего	Проекти- руемого	Наме- чаемого
1	2	3	4
Электростанция			
а) общее обозначение			
б) тепловая			
в) тепловая с выдачей тепловой энергии потребителю			
г) гидравлическая			
д) атомная			

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Подстанция			
а) общее обозначение			
б) тяговая			
в) выпрямительная			
Обозначение электростанций с указанием их конструктивного исполнения			
а) установка открытая			
б) установка закрытая			
в) установка передвижная			
Обозначение подстанций с указанием их конструктивного исполнения			
а) установка открытая			
б) установка закрытая			

При выборе главной схемы электрических соединений проектируемой подстанции следует пользоваться /4/.

Основными элементами схемы являются выключатели, разъединители, шины, короткозамыкатели, отделители и т.п.

**ВЫКЛЮЧАТЕЛИ** предназначены для включения и отключения рабочих токов при нормальном режиме и токов короткого замыкания при аварийном режиме.

**РАЗЪЕДИНИТЕЛИ** используются в основном только для снятия напряжения с цепи, которая уже отключена выключателем и по которой не протекает ток нагрузки, то есть для создания видимого разрыва цепи.

**ОТДЕЛИТЕЛИ** предназначены для автоматического отключения или включения силовых трансформаторов или участков сети напряжением выше 1000В при отсутствии на них нагрузочного тока.

**КОРОТКОЗАМЫКАТЕЛИ** предназначены для создания искусственного короткого замыкания при внутренних повреждениях силовых трансформаторов с целью их отключения выключателем, установленным на питающем конце линии.

**РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО, РУ**, высокого напряжения обычно стремятся сделать как можно более простым, исключая большие затраты на оборудование. Самыми дорогими элементами РУ высокого напряжения являются выключатели и поэтому широкое распространение получили схемы без выключателей, с короткозамыкателями, отделителями и разъединителями, /4/.

## 2 Графическое изображение отдельных элементов и объектов станций и подстанций в плане и разрезе

В таблице 3 приведены минимальные габариты между токоведущими частями, расстояния от токоведущих частей до земли, до стен и крыш зданий /5/.

Таблица 3 - Минимальные габариты и расстояния

Обозначение расстояний	Расстояние, мм, при напряжении, кВ								
	до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
A <sub>Ф-З</sub>	200	300	400	900	1300	1800	2500	3750	5500
A <sub>Ф-Ф</sub>	220	330	440	1000	1400	2000	2800	4200	8000
Б	950	1050	1150	1650	2050	2550	3250	4500	6250
В	950	1050	1150	1650	2050	3000	4000	5000	8000
Г	2900	3000	3100	3600	4000	4500	5200	6450	8200
Д	2200	2300	2400	2900	3300	3800	4500	5750	-
Ж	240	365	485	1100	1550	2200	3100	4600	8000

Эти расстояния показаны на рисунке 1 до проводов, на рисунке 2 от рядника до трансформатора, на рисунке 3 до шинной опоры, здания и ограждения.

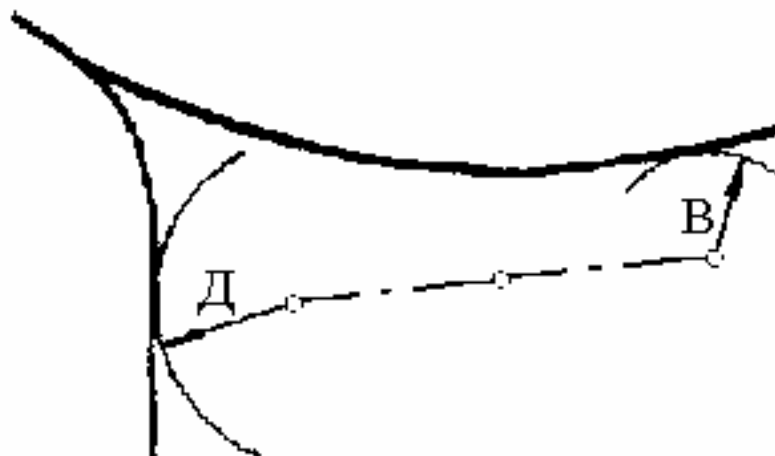


Рисунок 1 - Расстояния до проводов

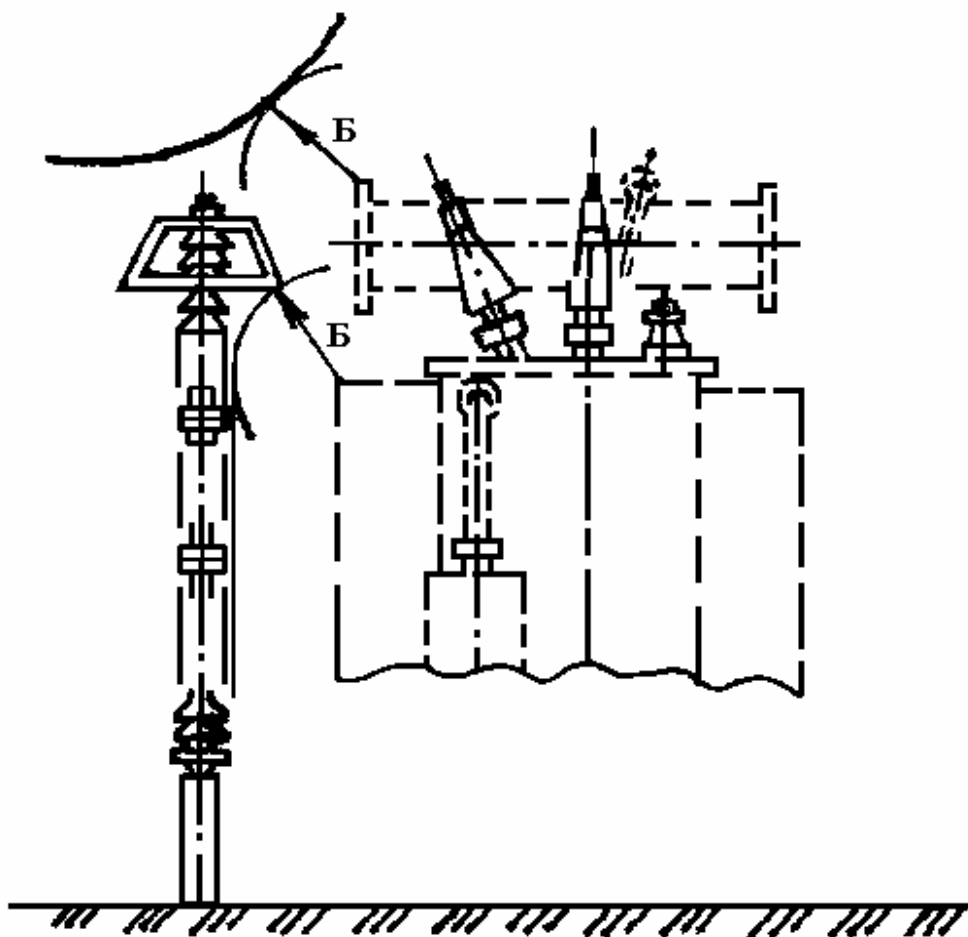


Рисунок 2 - Расстояния от разрядника до трансформатора

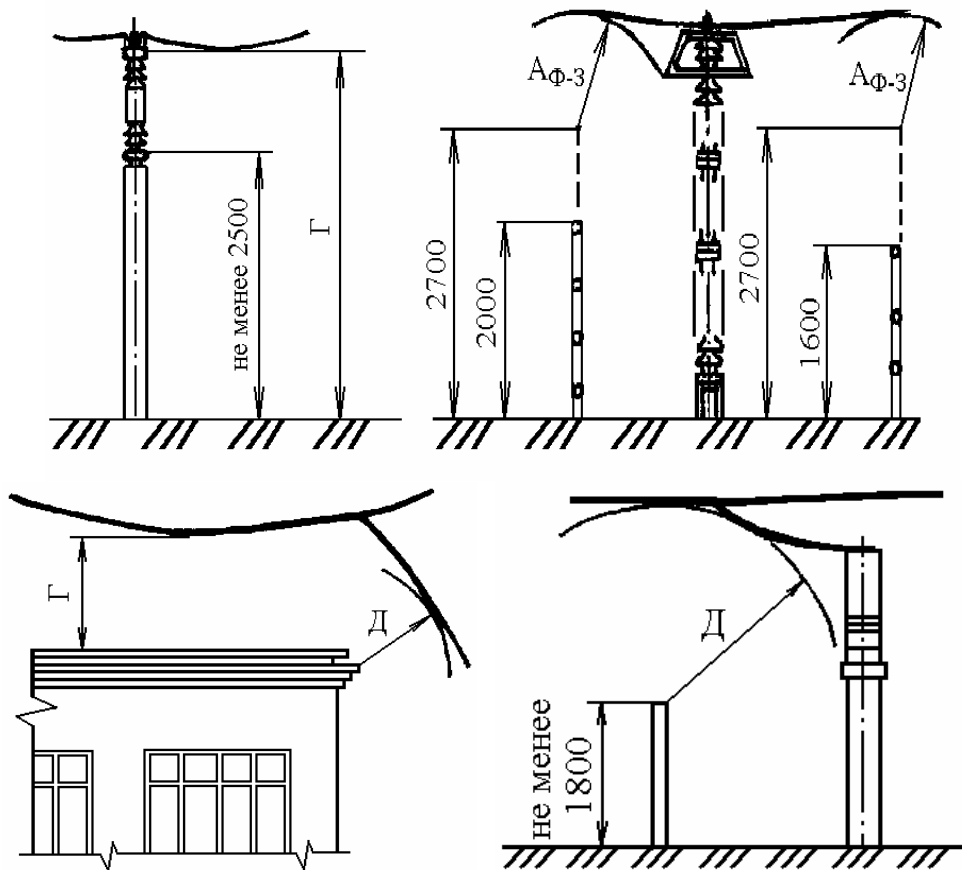


Рисунок 3 - Минимальные габариты до стен и крыш зданий, до шинной опоры и ограждения

На рисунке 4 приведены устройства молниезащиты и заземления: а - тросовый молниеотвод и повторное заземление опор, б - сетчатый молниеотвод и соединение его с землей, в - стержневой молниеотвод.

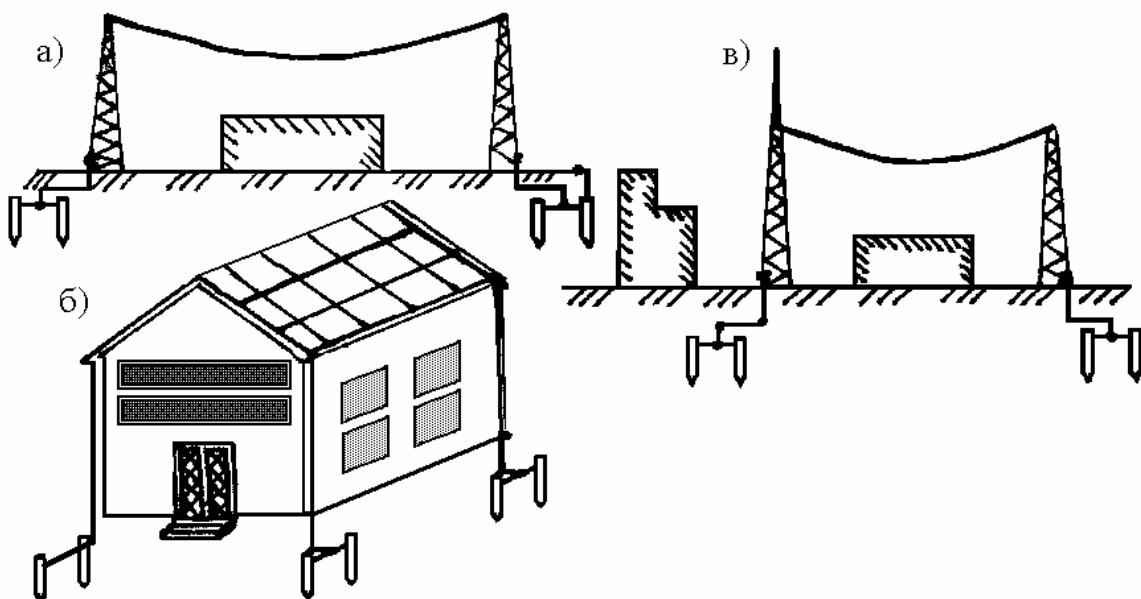
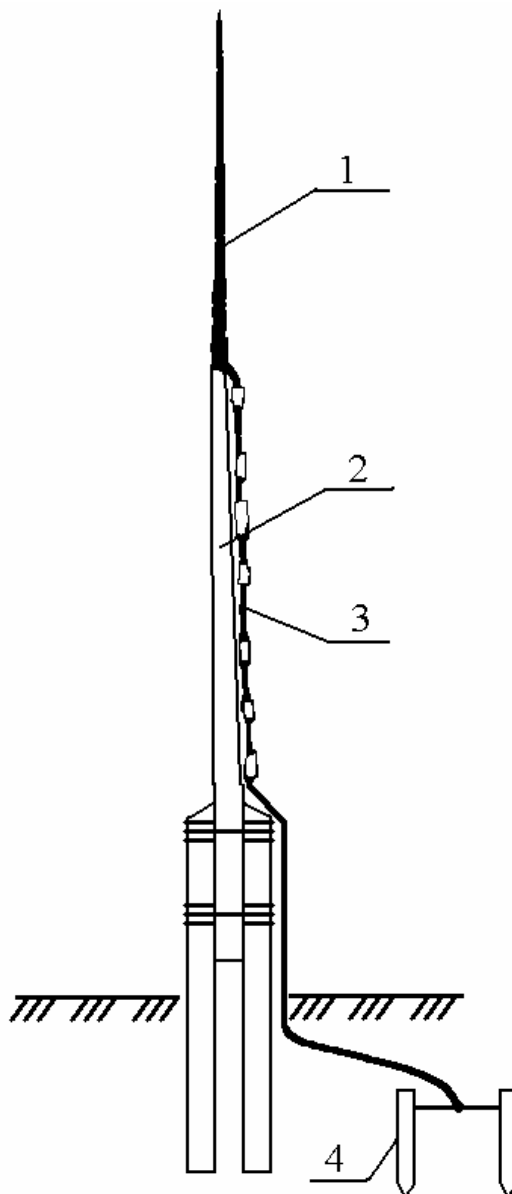


Рисунок 4 - Тросовый, стержневой и сетчатый молниеотводы

На рисунке 5 представлена опора со стержневым молниеотводом, при этом опора может быть как деревянная с железобетонными пасынками, так и железобетонная, кроме того, показано присоединение молниеотвода к защитному заземлению.



1 - стержневой молниеотвод; 2 - опора; 3 - спуск к заземлителю; 4 - вертикальные заземлители.

Рисунок 5 - Опора со стержневым молниеотводом

На рисунках 6, 7, 8 показан в качестве примера один из вариантов компоновки тупиковой (отпаечной) подстанции блочного типа с трансформаторами до 16 МВА. Подстанция выполнена по схеме «блок – линия – трансформатор». Элементы рисунка 6 имеют стандартные буквенные обозначения: ФПУ -фильтрующее устройство; СМК - конденсатор связи; ВЗ - высокочастотный заградитель; РГ(З) - разъединитель с заземляющими ножами; ОДЗ - отделитель с заземляющим ножом; КЗ - короткозамы-



катель; ОПН – ограничитель перенапряжений; ТВТ - встроенный трансформатор тока; ОПН - ограничитель перенапряжений в нейтрали трансформатора; ЗОН - заземлитель нейтрали трансформатора; ТДТН - силовой трансформатор; АТ - шины низкого напряжения.

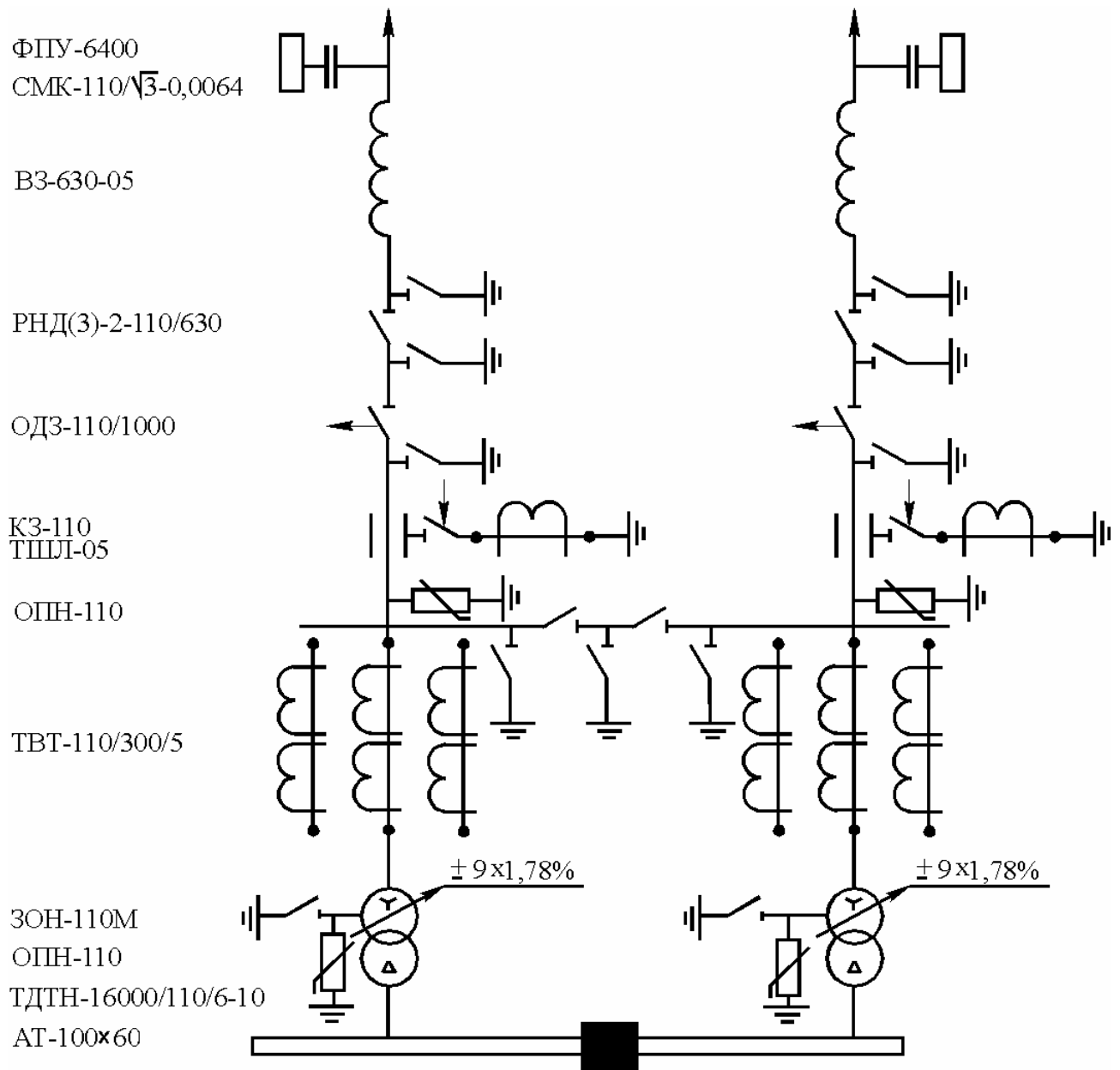


Рисунок 6- Однолинейная схема электрических соединений подстанции

План такой подстанции приведен на рисунке 7, разрез на рисунке - 8. Рисунки 6, 7, 8 должны читаться совместно, расположение электрического оборудования на схеме и плане с разрезом должны соответствовать друг другу.

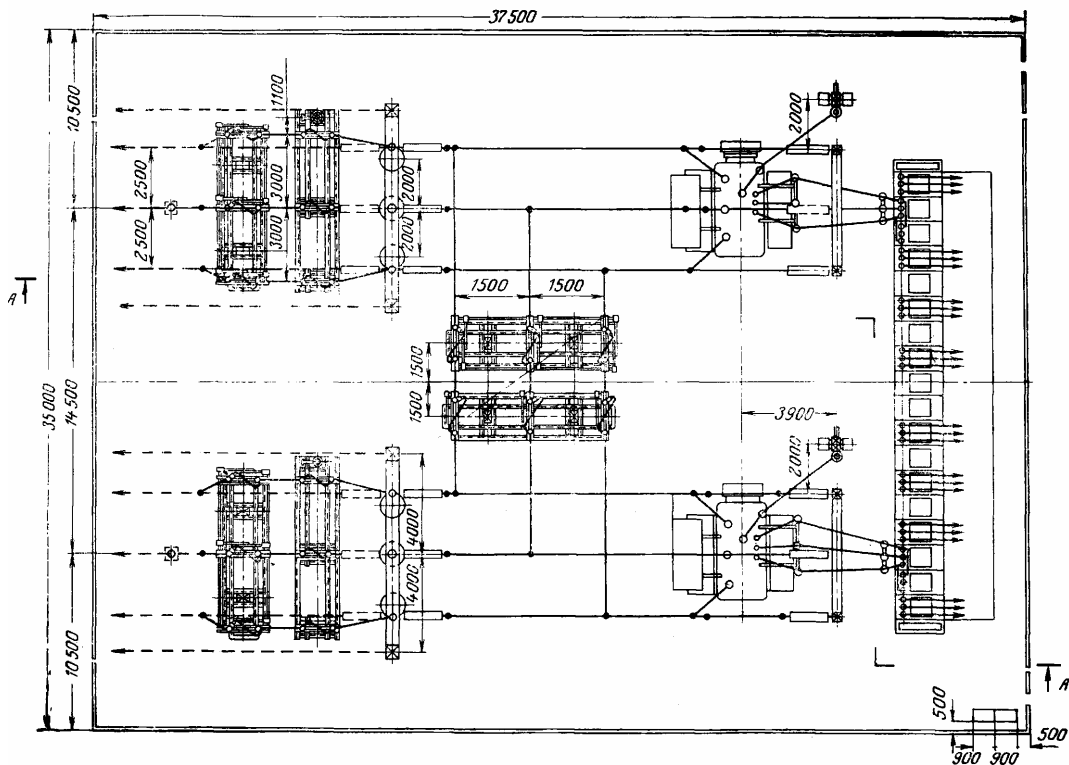


Рисунок 7 – План трансформаторной подстанции 110/6-10 кВ

На рисунке 8 показан разрез по одному из блоков тупиковой (или отпаечной) трансформаторной подстанции, а также примерное расположение оборудования с указанием минимальных расстояний между отдельными элементами электрооборудования.

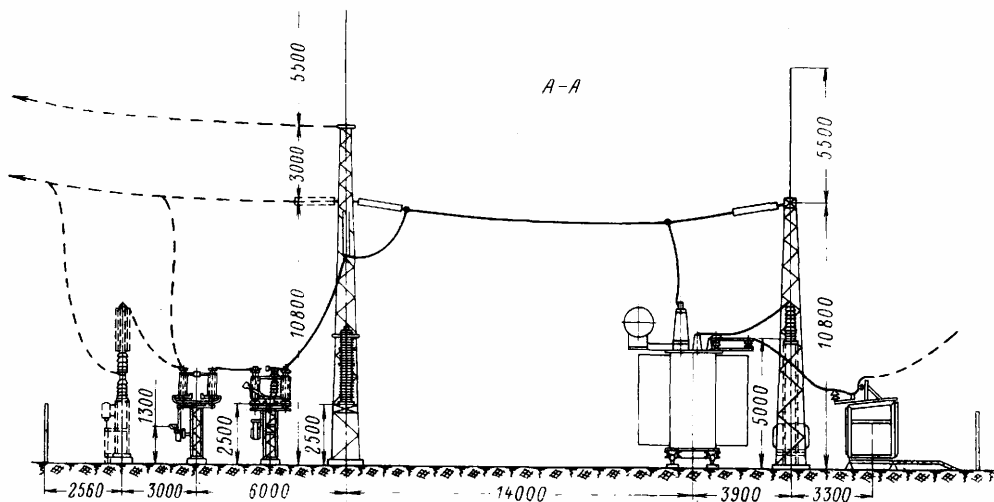


Рисунок 8 – Разрез трансформаторной подстанции 110/6-10 кВ

На рисунке 8 числами обозначены: 1 - питающая линия; 2 - грозозащитный трос; 3 - стержневой молниеотвод; 4 - тросостойка; 5 - натяжная гирлянда изоляторов; 6 - подвесные гирлянды изоляторов; 7 - высокочастотный заградитель; 8 - конденсатор связи; 9 - разъединитель; 10 - отделитель; 11 - короткозамыкатель; 12 - ограничитель перенапряжений; 13 - силовой трансформатор; 14 - ограничитель перенапряжений в нейтрали трансформатора; 15 - заземлитель в

нейтрали трансформатора; 16 - распределительное устройство напряжения 6–10 кВ; 17 - отходящая линия.

На рисунках 9 и 10 представлены выключатели высокого напряжения, используемые при проектировании подстанций - вакуумный (рисунок 9) и элегазовый (рисунок 10).

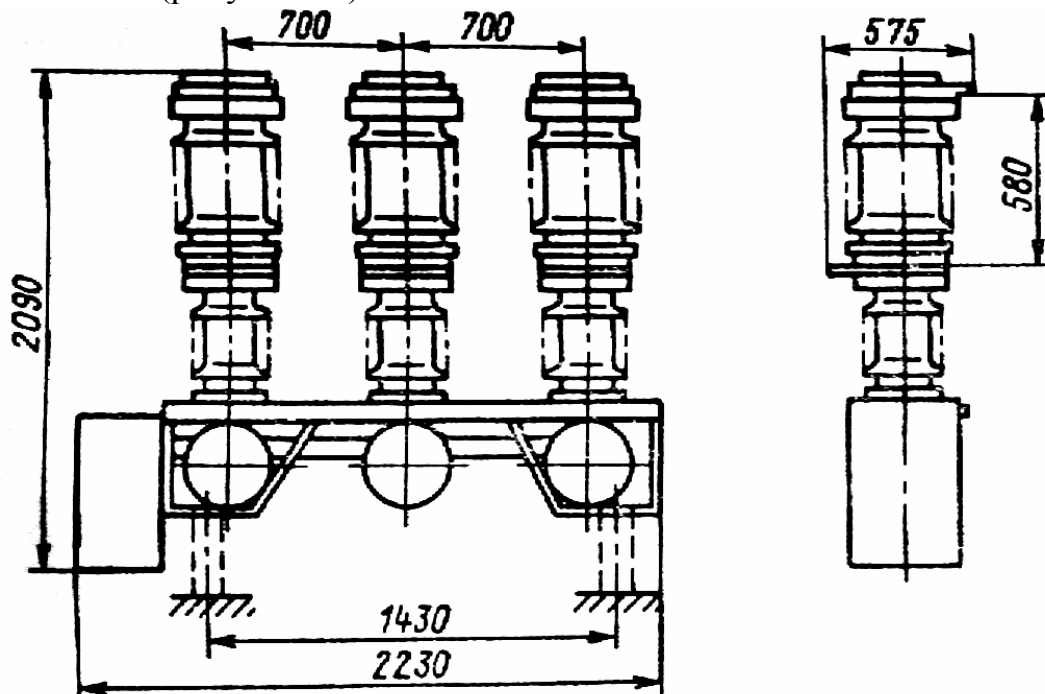


Рисунок 9 – Вакуумный выключатель

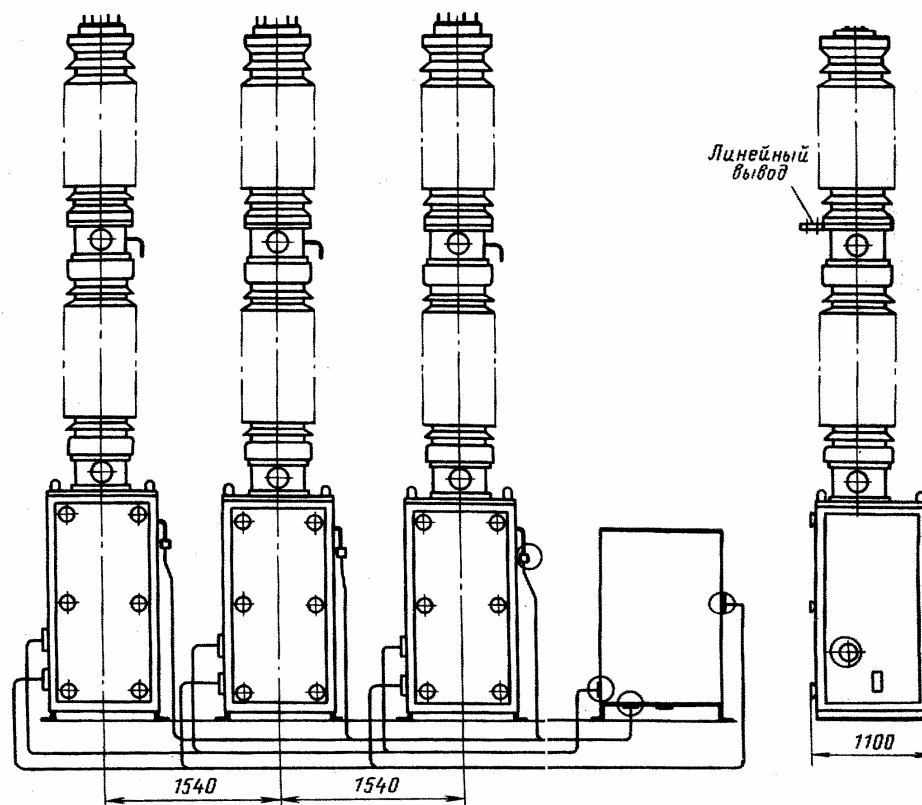
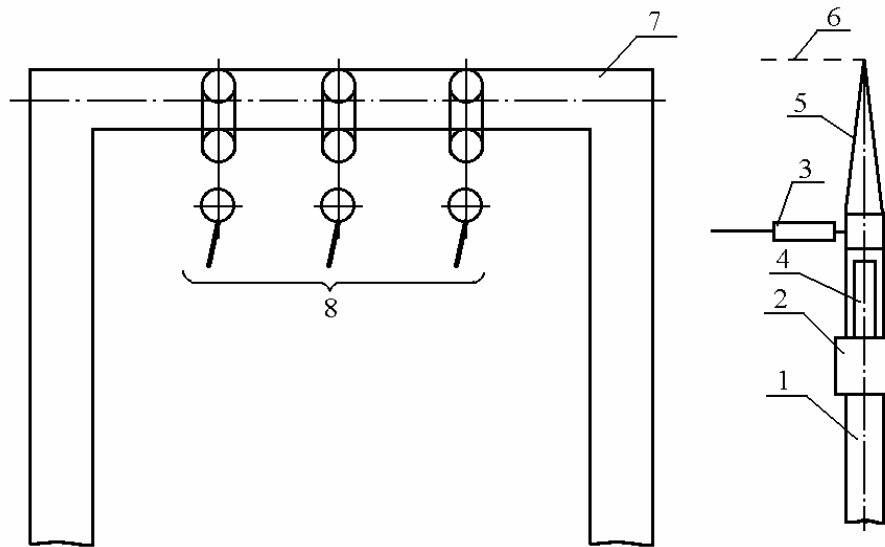


Рисунок 10 – Элегазовый выключатель

На рисунке 11 представлен приемный или трансформаторный портал с установкой на нем тросостойки, устройства ВЧ связи и заведением грозо-защитного троса на подстанцию.



1 - опора; 2 - высокочастотная связь; 3 - гирлянда изоляторов; 4 - высокочастотный заградитель; 5 - стойка; 6 - грозозащитный трос; 7 - траверса; 8 - подключение шинного моста или питающей линии ВН

Рисунок 11 - Приемный портал

На рисунке 12 представлен РУ 6-10 кВ подстанции. В данном случае это РУ наружной установки (КРУН серий К - 47, 49, 59), вычерченное в разрезе (а) и в плане (б).

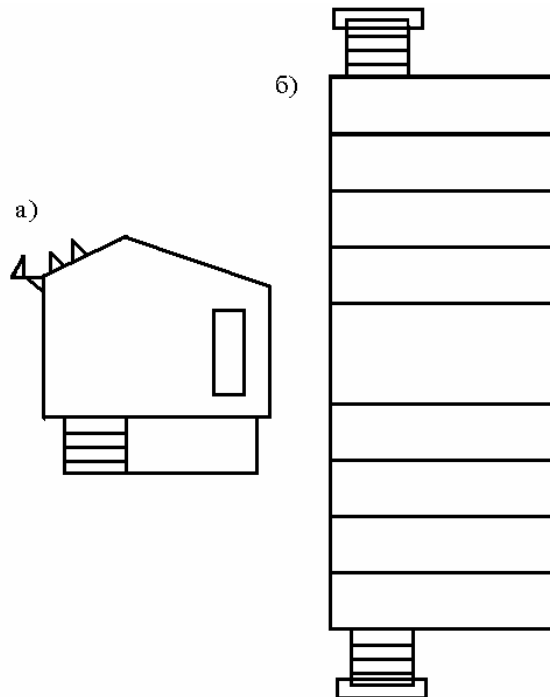


Рисунок 10- КРУН 6-10 кВ

На рисунке 13 представлен план типовой открытой двухтрансформаторной подстанции на напряжение 110/6 - 10 кВ с трансформаторами 25 - 63 МВА с расщепленной обмоткой 6-10 кВ, с переключателем на стороне высокого напряжения. Аппараты на подстанции те же, что и на рисунках 6, 7, 8. РУ 6-10 кВ выполнено закрытым (в здании). На рисунке 13 - 1Т, 2Т - силовые трансформаторы; 3 - проезжая часть для выкатки трансформаторов; 4 - распределительное устройство напряжения (6-10 кВ); 5 - мостик (переключатель).

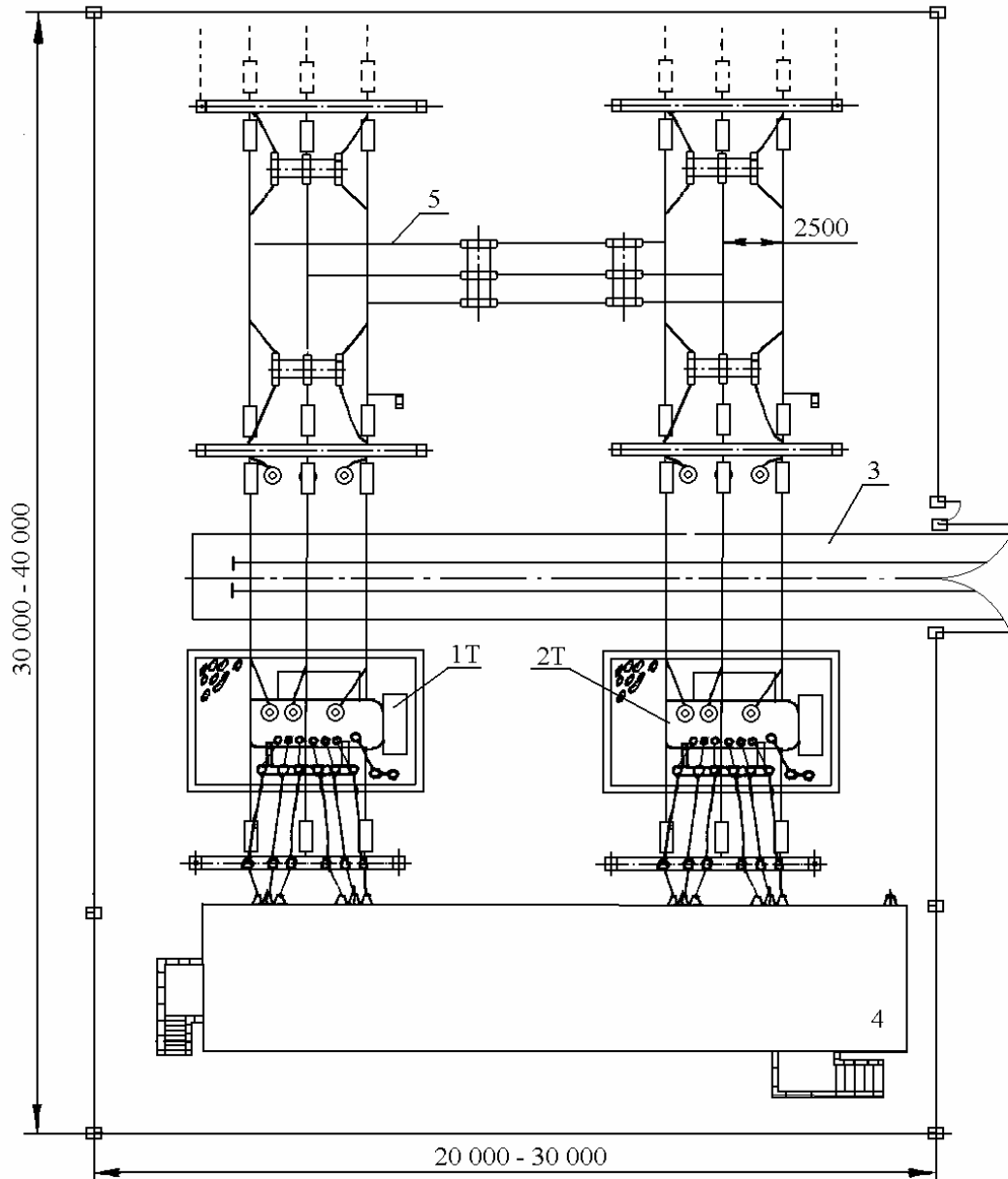


Рисунок 13 – Типовая двухтрансформаторная подстанция

Рисунок 14 представляет унифицированную комплектную трансформаторную подстанцию с отделителями и короткозамкательями типа КТПБ блочного исполнения на напряжение 110/6 - 10 кВ с трансформаторами мощностью от 10 до 40 МВА. Применение подстанций такого типа сокращает время строительства подстанций, а также экономит площади, поскольку многие конструктивные элементы подстанции совмещены.

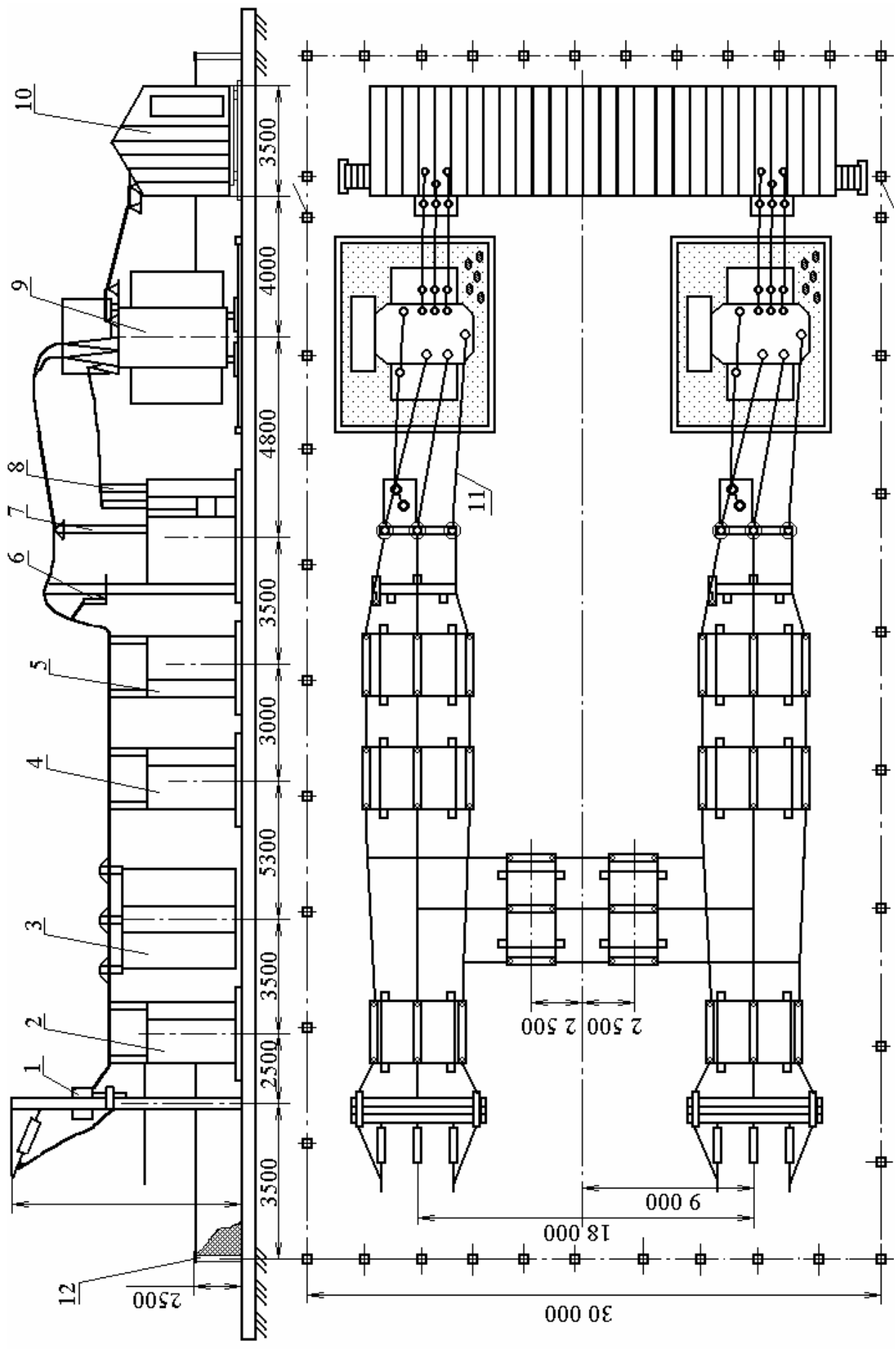


Рисунок 14 – План и разрез подстанции блочного типа

На рисунке 14 показаны следующие основные элементы:

- 1 - аппараты ВЧ связи;
- 2 - линейный разъединитель;
- 3 - разъединители в перемычке;
- 4 - разъединитель;
- 5 - отделитель;
- 6 - короткозамыкатель;
- 7 - ограничитель перенапряжений;
- 8 - аппараты в нуле силового трансформатора;
- 9 - силовой трансформатор;
- 10 - комплектное распределительное устройство наружной установки (КРУН 6-10 кВ);
- 11 - гибкие провода;
- 12 - ограда.

Рисунки 15, 16, 17 показывают упрощенные варианты изображения элементов схем электрических соединений на планах и разрезах: 15 - силового трансформатора; 16 - разрядника; 17 - аппаратов в нейтрали трансформатора (заземлителя и разрядника).

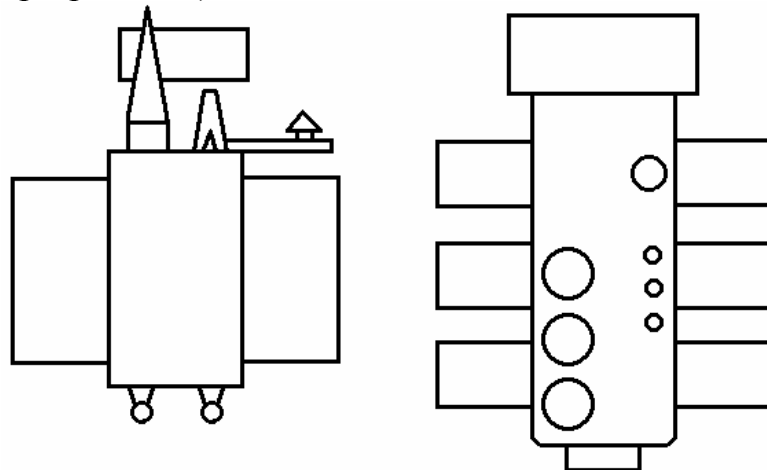


Рисунок 15 – Силовой трансформатор

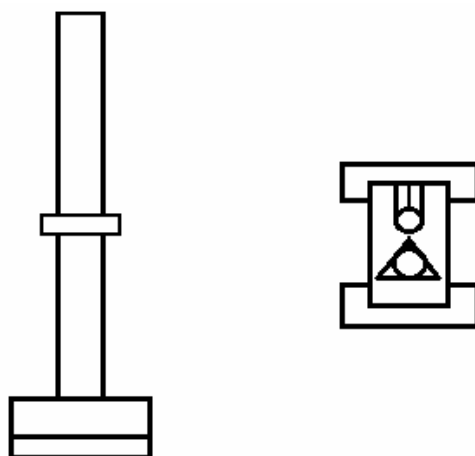


Рисунок 16 – Ограничитель перенапряжений

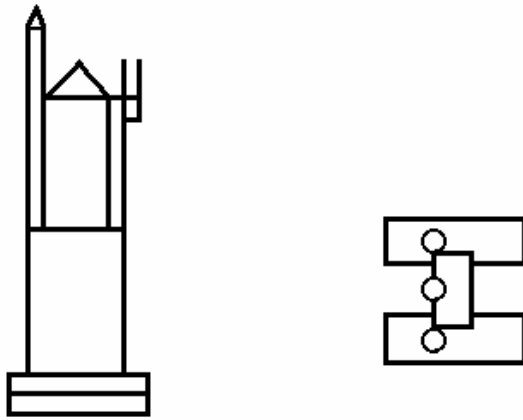


Рисунок 17 – Аппараты в нейтрали трансформатора

На рисунках 18, 19 приведен один из вариантов выполнения подстанции с трехобмоточными трансформаторами 110/35-10 кВ. На рисунке 18 представлена главная схема электрических соединений такой подстанции, на рисунке 19 – план расположения оборудования.

Подробнее о выборе схем ГПП промышленных предприятий и конструктивном исполнении их см. /6, 7/.

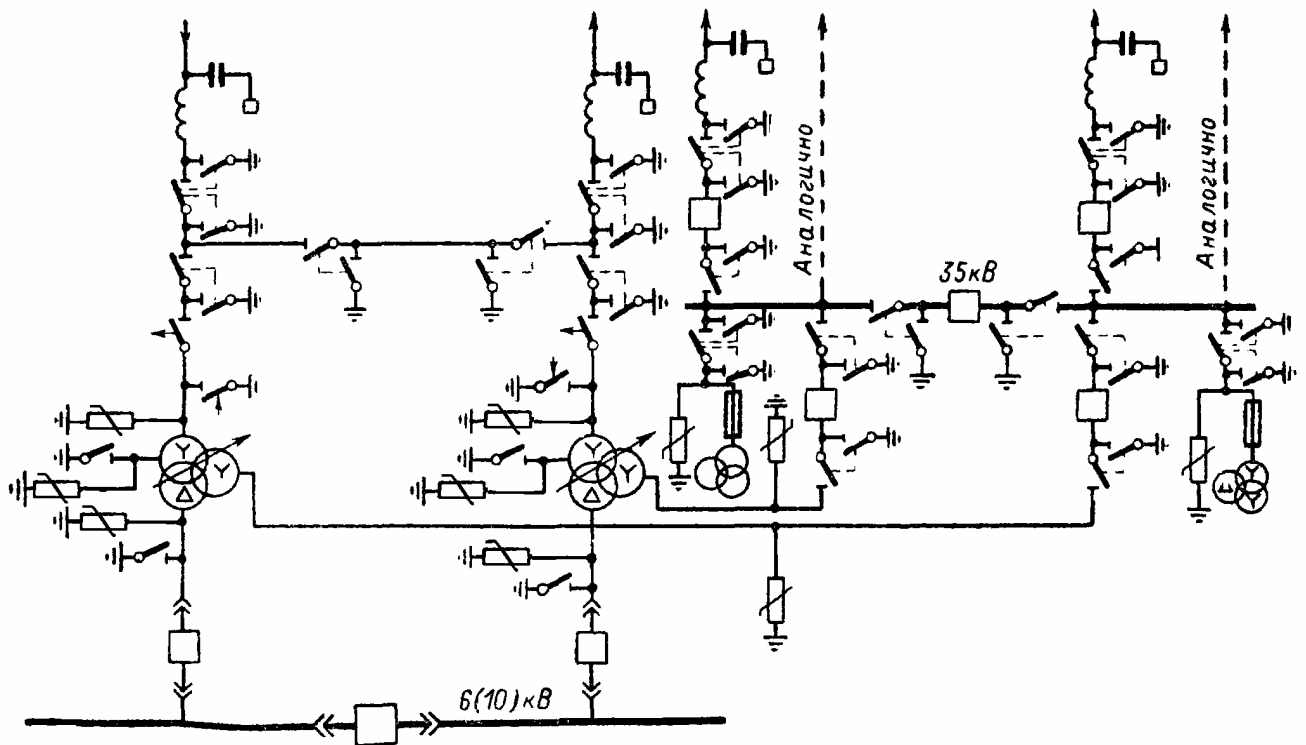


Рисунок 18 - Главная схема электрических соединений подстанции 110/35-10 кВ



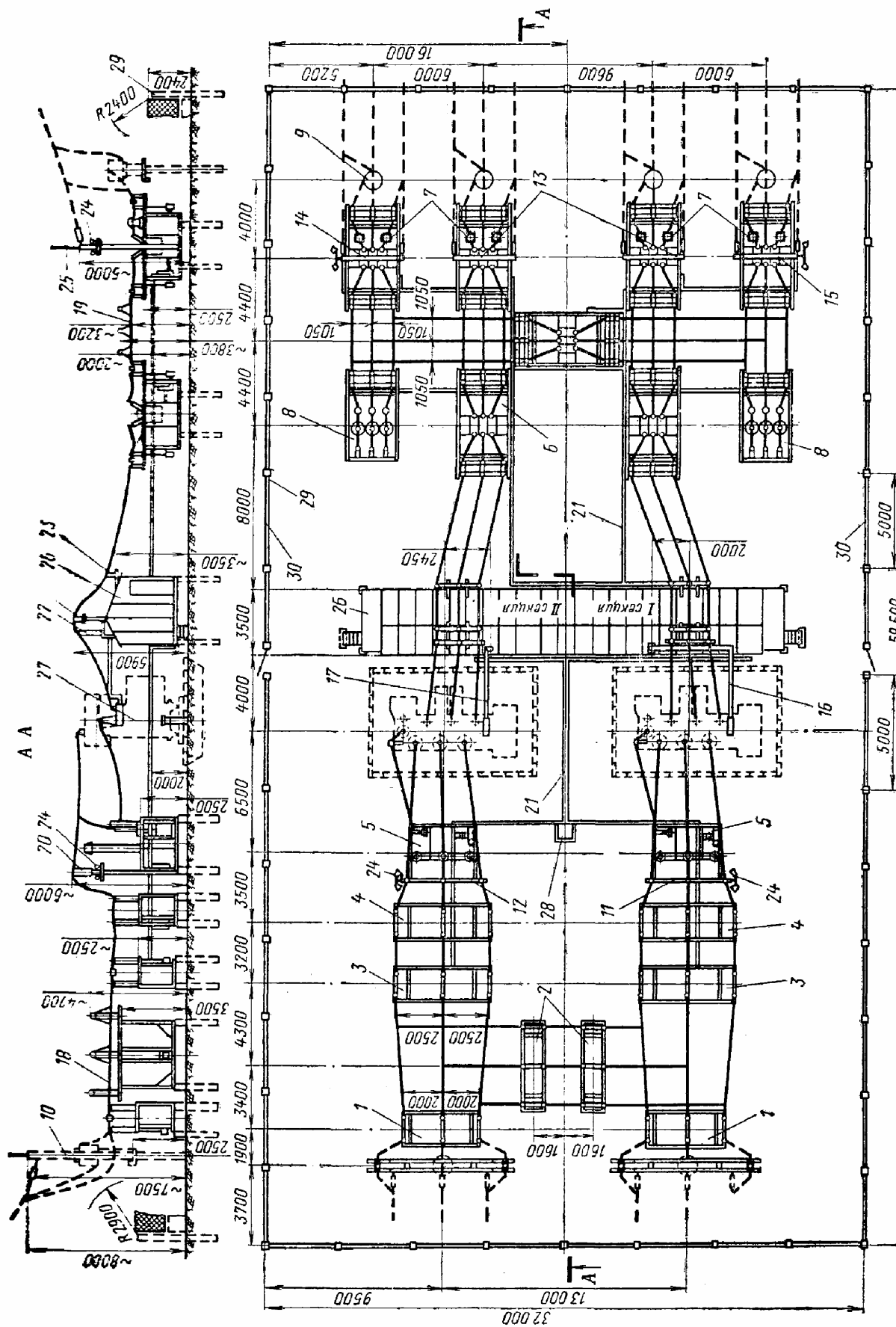


Рисунок 19 — План и разрез подстанции 10/35-10 кВ

## Список использованных источников

1 ГОСТ 21.614-85 Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах [Текст]. - Введ. с 01.07.88. М.: Изд - во стандартов, 1988. - 12 с.

2 **Неклепаев Б. Н.**, Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков.- М.: Энергоиздат, 1989. - 607 с.

3 **Блок В.М.** Пособие к курсовому и дипломному проектированию [Текст] / В.М. Блок. - М.: Высшая школа, 1990. - 383 с.

4 Методическое пособие к курсовому проекту по ЭЧС [Текст] / Е. Я. Абрамова, С. К. Алешина, В. И. Кувайцев, Л.И. Кулеева. - Оренбург: ОГУ, 2002. - 108 с.

5 Правила устройства электроустановок [Текст]. - М.: Энергоатомиздат, 2000. – 645 с.

6 **Гук Ю. Б.** Проектирование электрической части станций и подстанций [Текст]. / Ю. Б. Гук, В. В. Кантан, С. С. Петрова. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 309 с.

7 **Ермилов А. А.** Основы электроснабжения промышленных предприятий [Текст] / А. А. Ермилов. - М.:, Энергоатомиздат, 1983. - 383 с.