

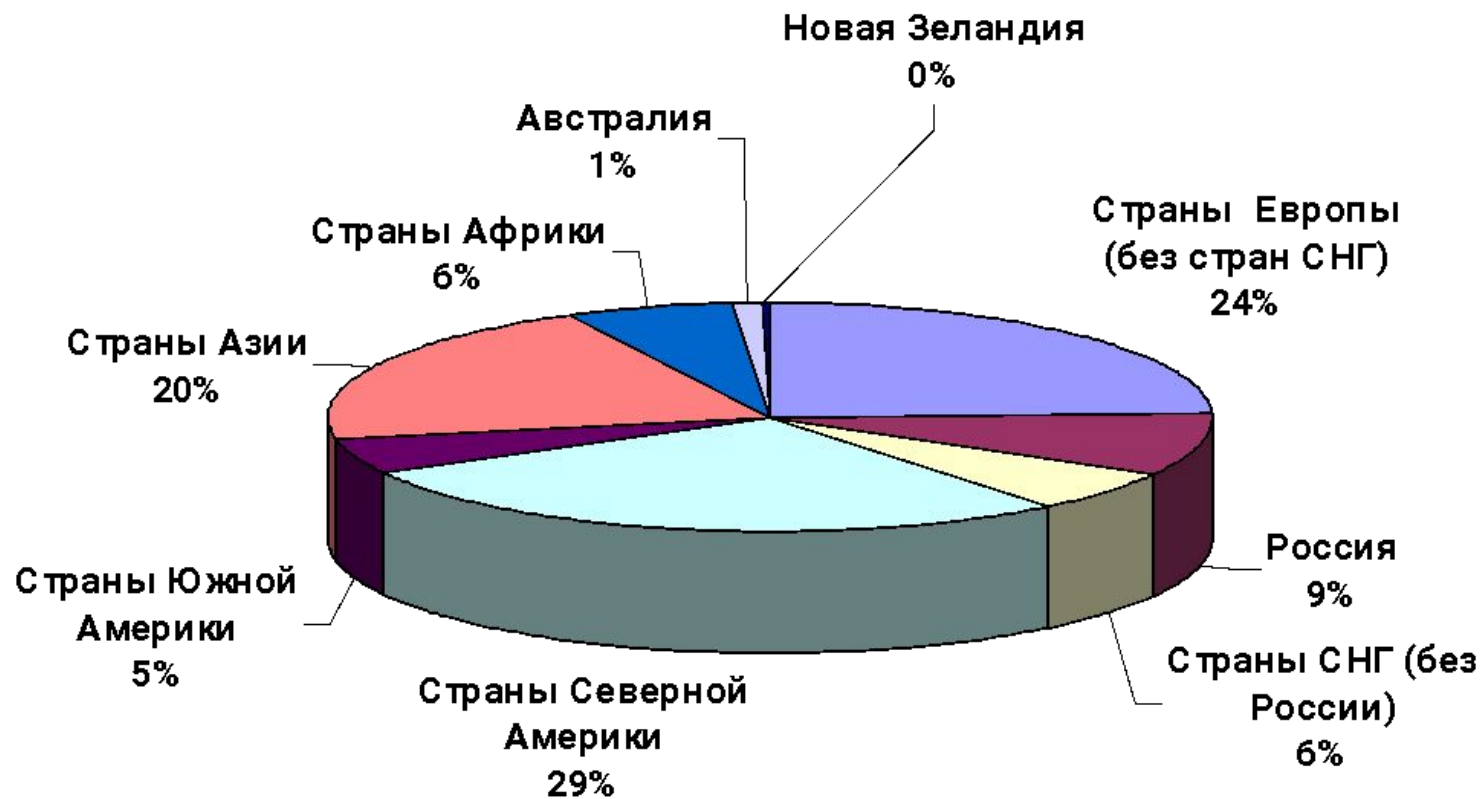
**РОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ АКАДЕМИЯ
ТРАНСПОРТА
Фомина З.А.**

**«Электропитание и
электроснабжение нетяговых
потребителей»**

Москва –2013

Общая протяженность железных дорог во всем мире

954,6 тыс.км, из них, в процентах по регионам:



Всего электрифицированных дорог в мире 242,5 тыс. км

Из них:



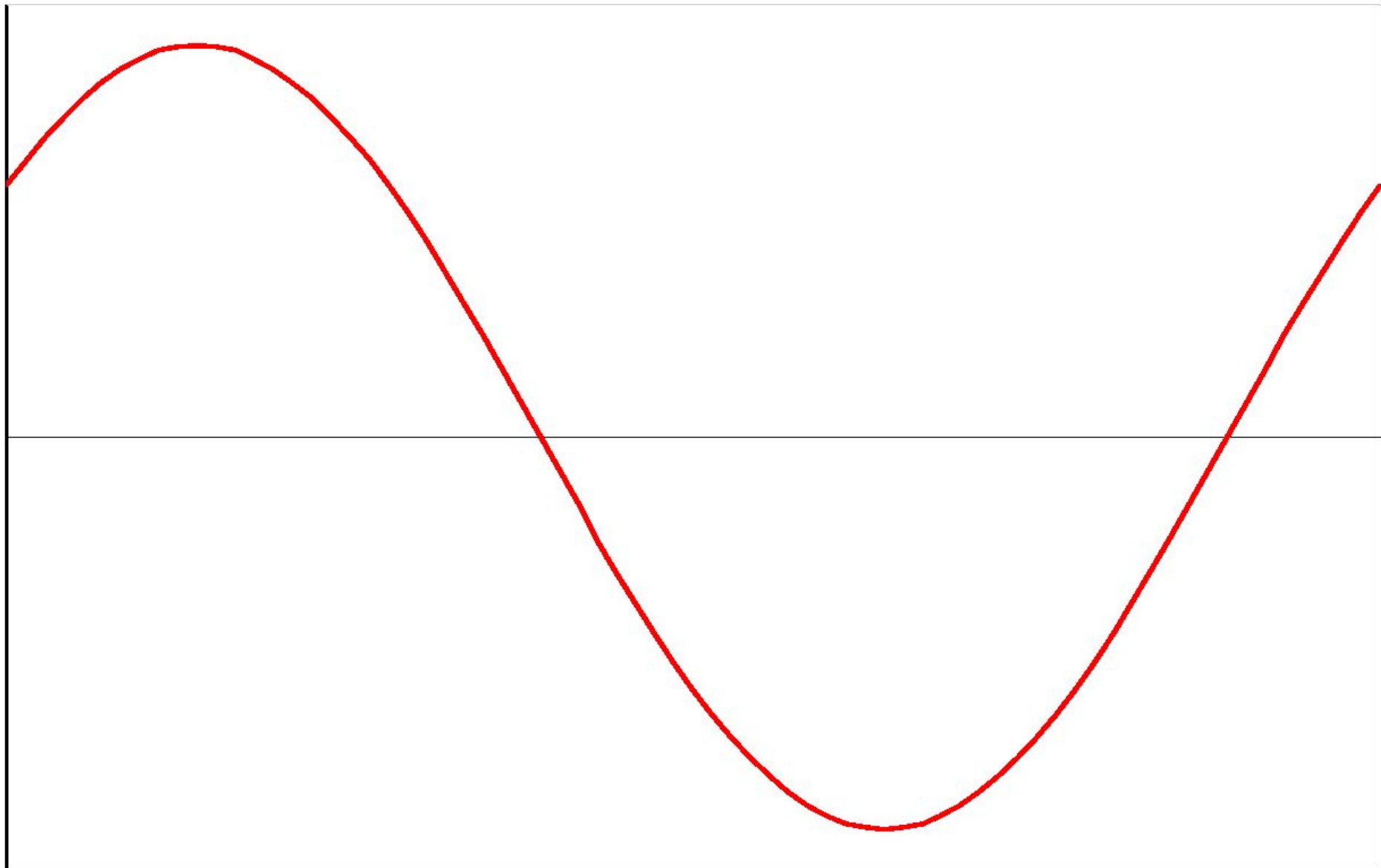
ИСПОЛН

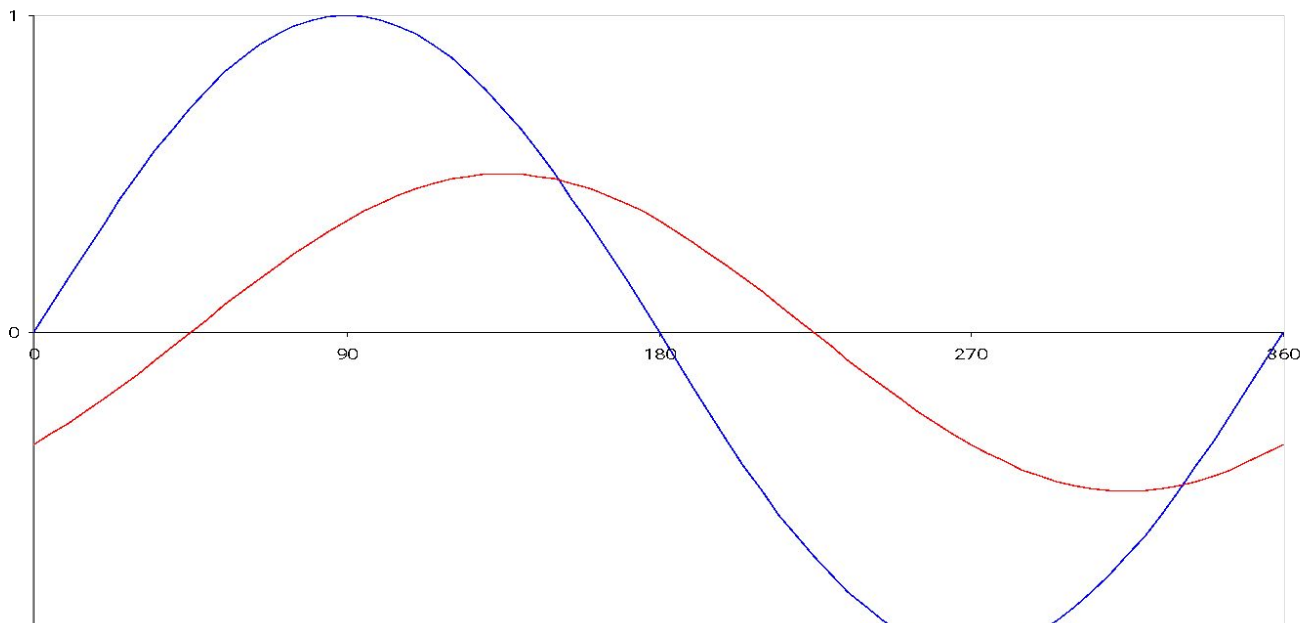
Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-50-10у3	50	72,2	3 x 50	630 x 350 x 1200	45
АКУ 0,4-75-12,5у3	75	108,7	3 x 50	630 x 350 x 1200	50



Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-100-10у3	100	144,5	3 x 50	800 x 450 x 1300	75
АКУ 0,4-150-10у3	150	216,7	2 x (3 x 50)	800 x 450 x 1300	90
АКУ 0,4-200-20у3	200	289,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	105
АКУ 0,4-220-20у3	220	319,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	110
АКУ 0,4-240-20у3	240	348,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	115
АКУ 0,4-260-20у3	260	377,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	120
АКУ 0,4-280-20у3	280	406,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 2000	145
АКУ 0,4-300-20у3	300	433,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	155
АКУ 0,4-330-15у3	330	478,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	165
АКУ 0,4-350-25у3	350	507,5	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	175
АКУ 0,4-380-20у3	380	551,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	185
АКУ 0,4-400-20у3	400	580,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	195
АКУ 0,4-420-20у3	420	609,0	2 x (3 x 185)	800 x 450 x 2000	205

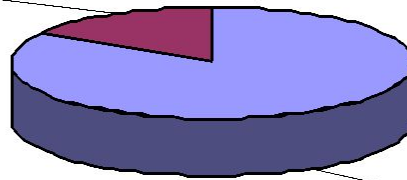
* Возможно исполнение в шкафах фирмы [Weber](#) (Швейцария) с габаритами 800x500x1800





Объем перевозок различных видов тяги

Объем перевозок на тепловозной тяге 16,0%



Объем перевозок электриф. железных дорог 84,0%

**Кольцевая схема
питания
потребителей
I категории ж.д.
станции**

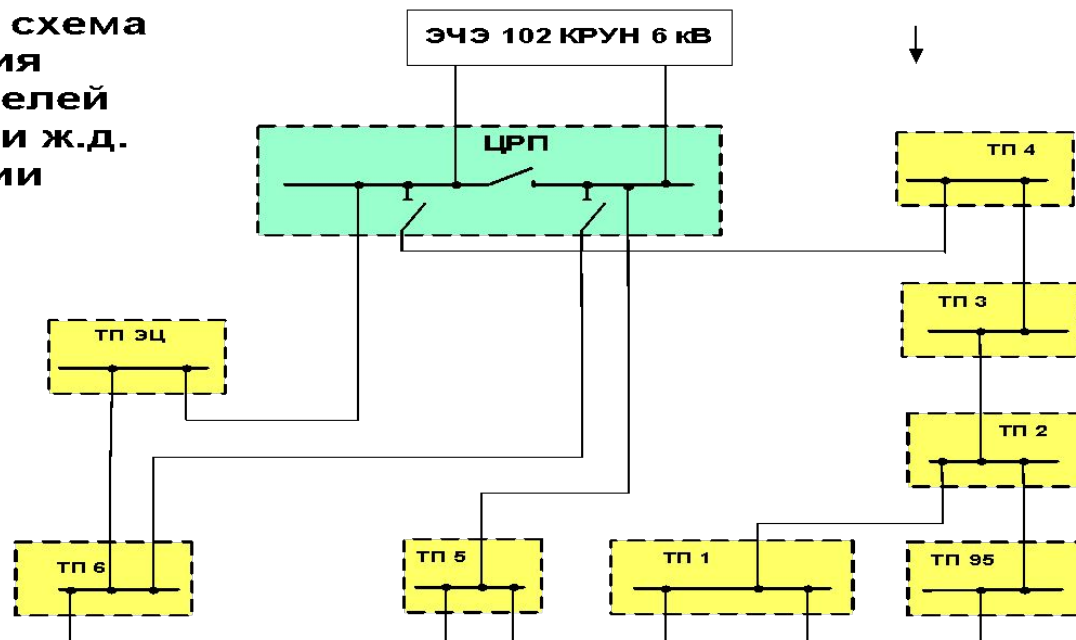
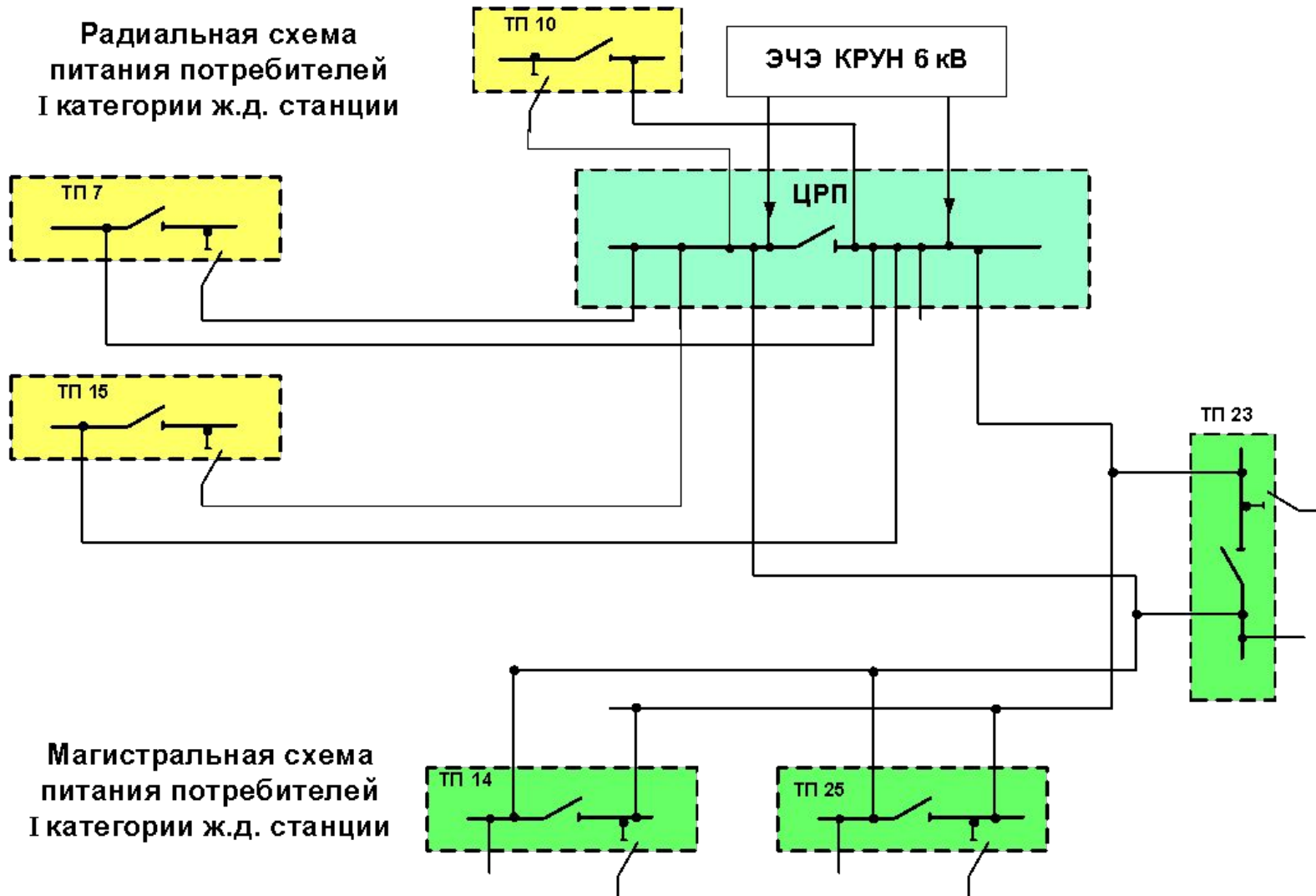
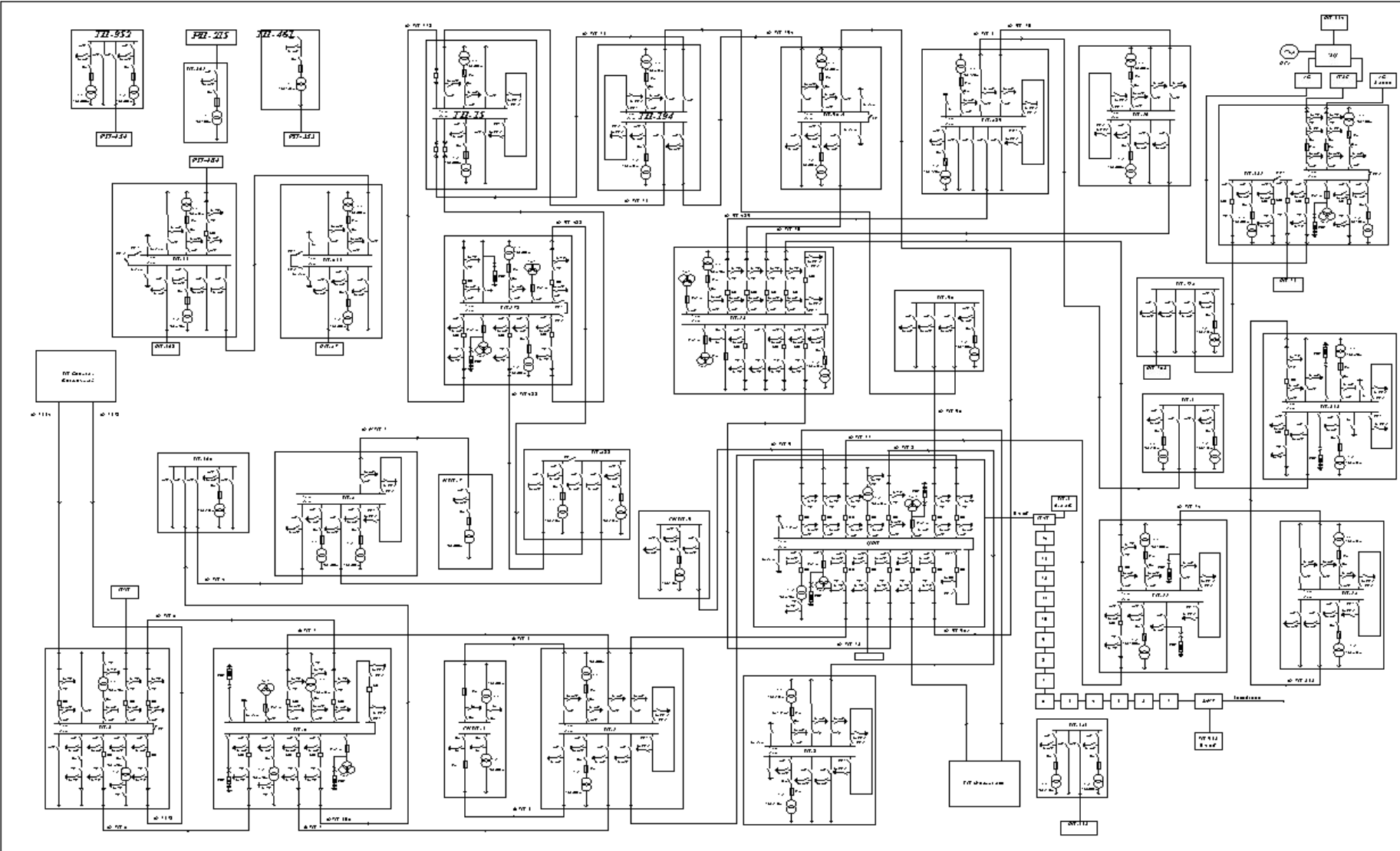


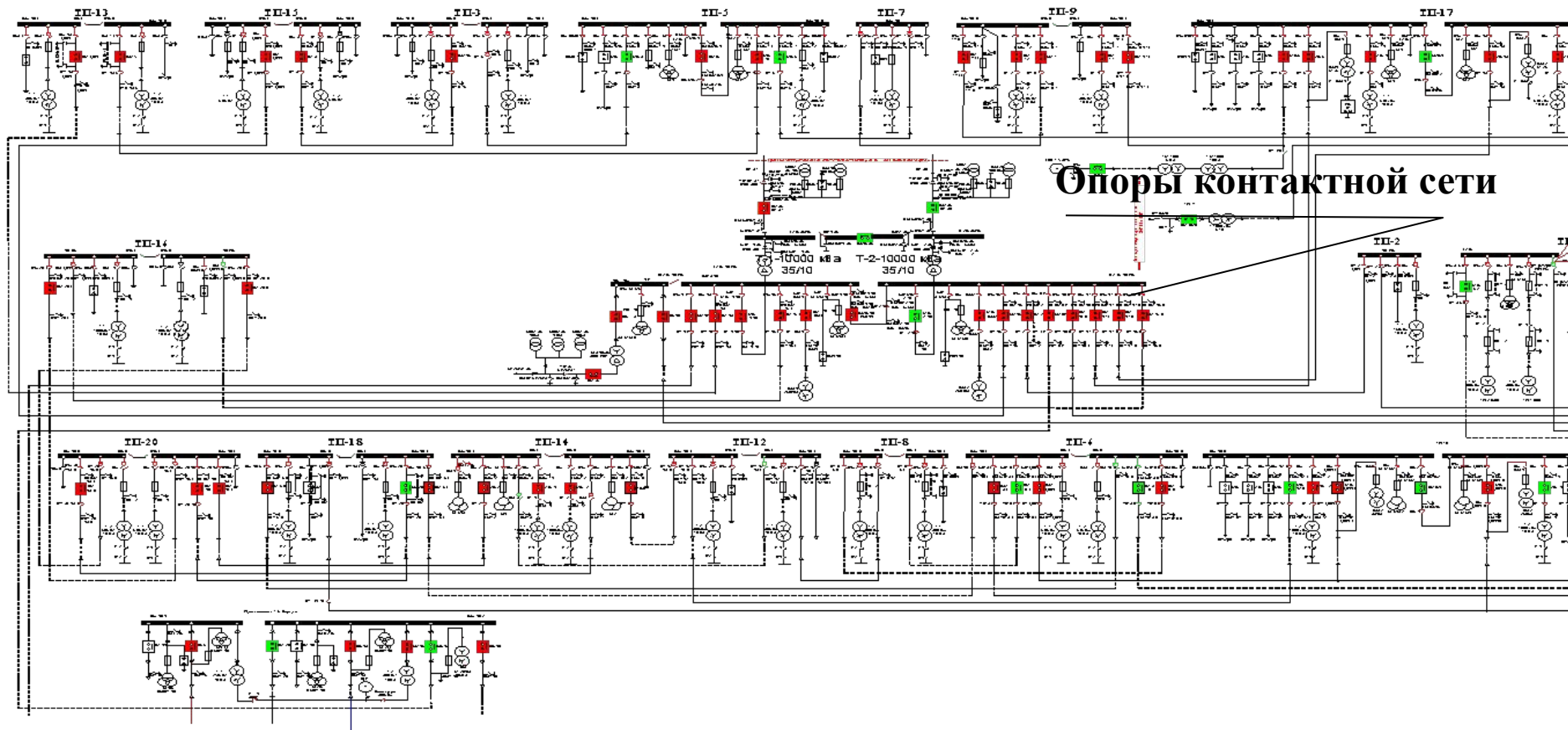
Диаграмма потребления электроэнергии ж.д. транспортом

Радиальная схема
питания потребителей
I категории ж.д. станции



Магистральная схема
питания потребителей
I категории ж.д. станции

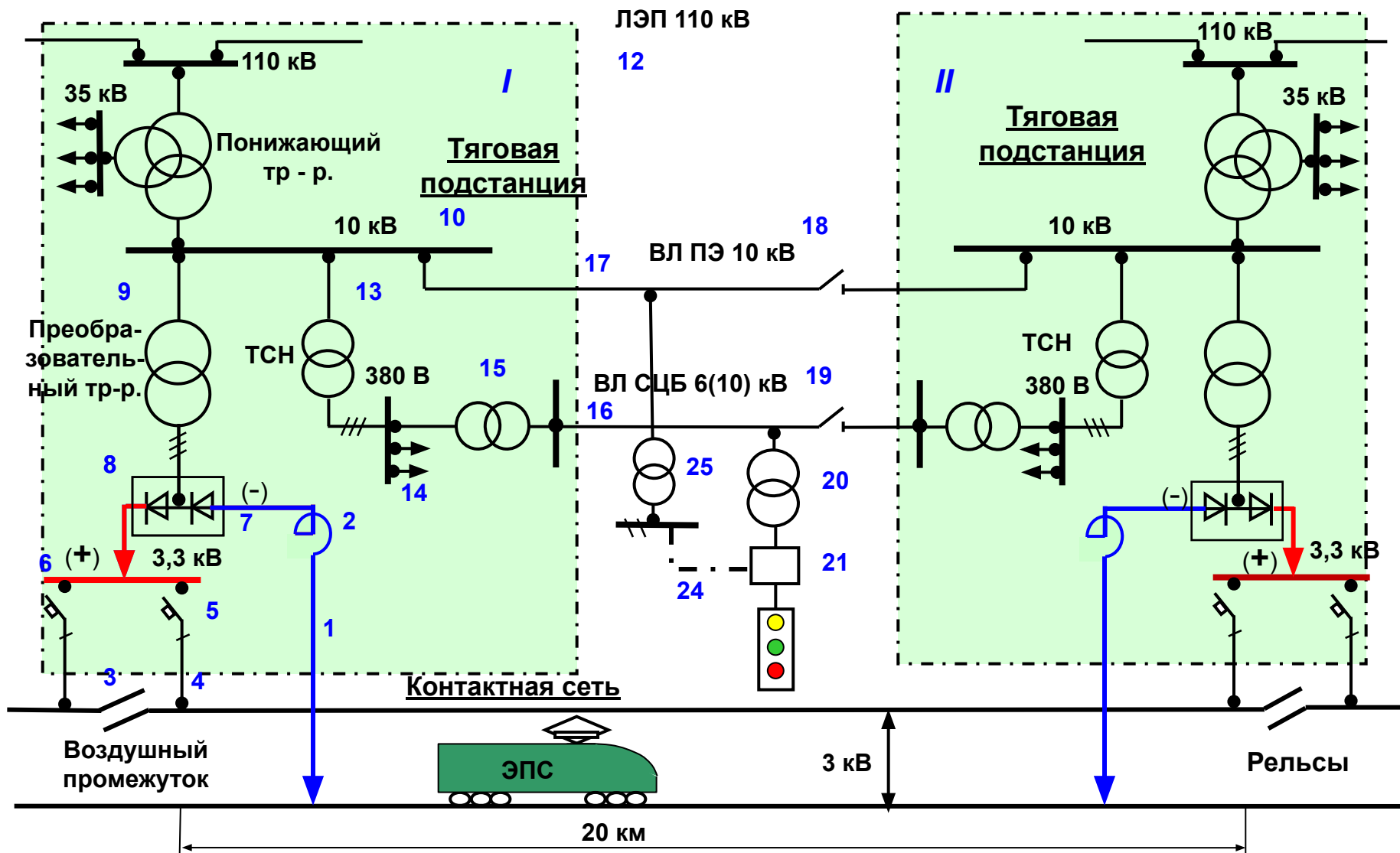




Опоры контактной сети

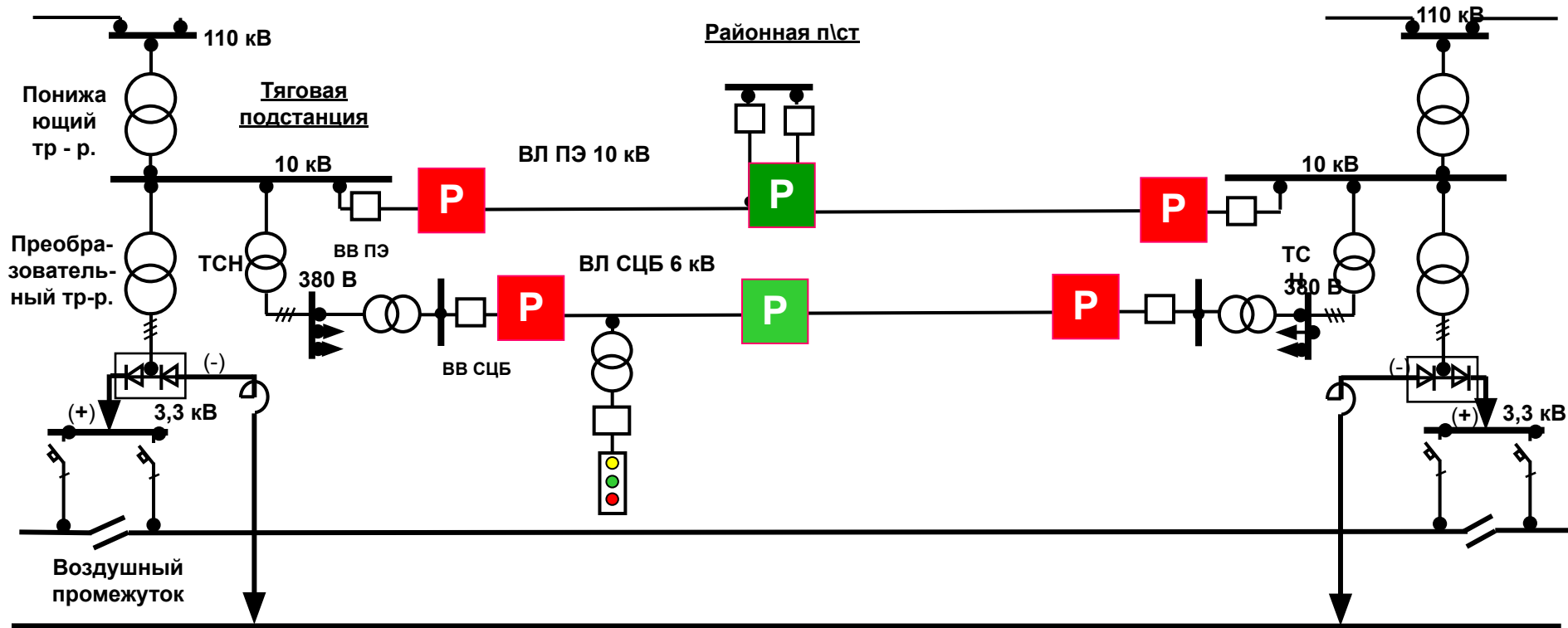
Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока

ПОСТОЯННОГО ТОКА



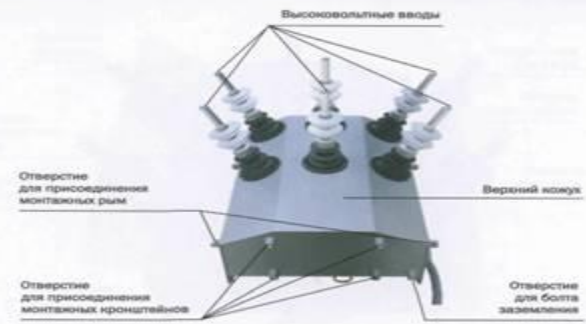
5- фидера контактной сети; 8,9-преобразовательный агрегат, состоящий из преобразовательного трансформатора и выпрямителей; 2- реактор; 13- трансформатор ТРН; 14- питание цепей собственных нужд; 15- трансформатор ВЛ СЦБ; 20- трансформатор СЦБ питающий путевой ящик СЦБ(21); 18,19- разъединители ВЛ СЦБ и ПЭ, 24,25- резервное питание СЦБ.

Схема питания нетяговых потребителей с реклоузерами



Вакуумный реклоузер

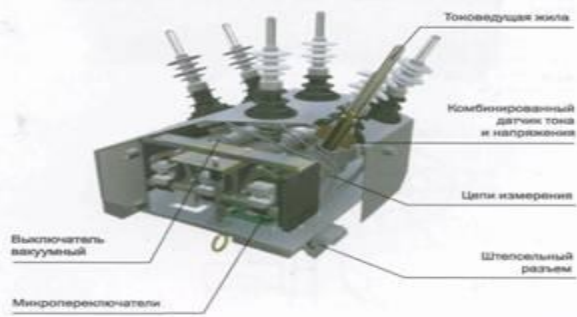
РВА/TEL



а) Вид сверху



б) Вид снизу



в) внутренне устройство
Внешний вид коммутационного модуля

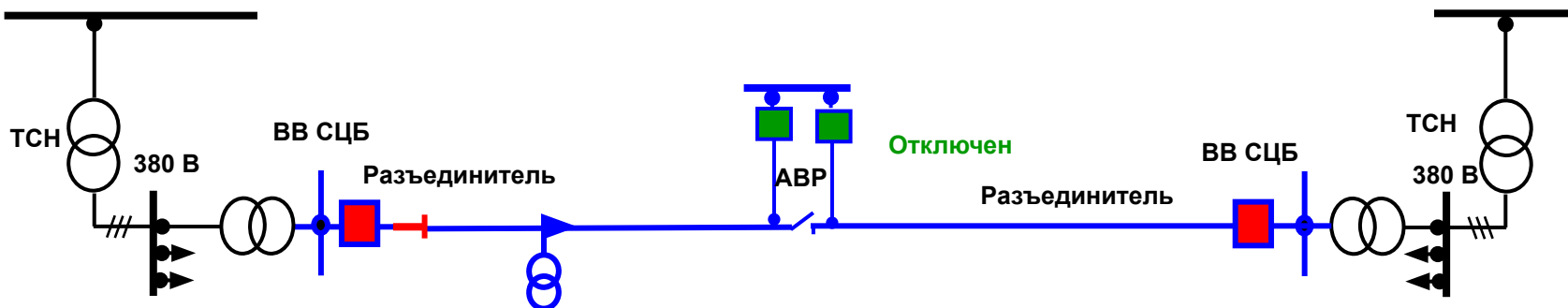


Вакуумный выключатель

Схема питания ВЛ СЦБ



На электрифицированных железнодорожных участках постоянного тока консольное питание от одной из смежных подстанций;

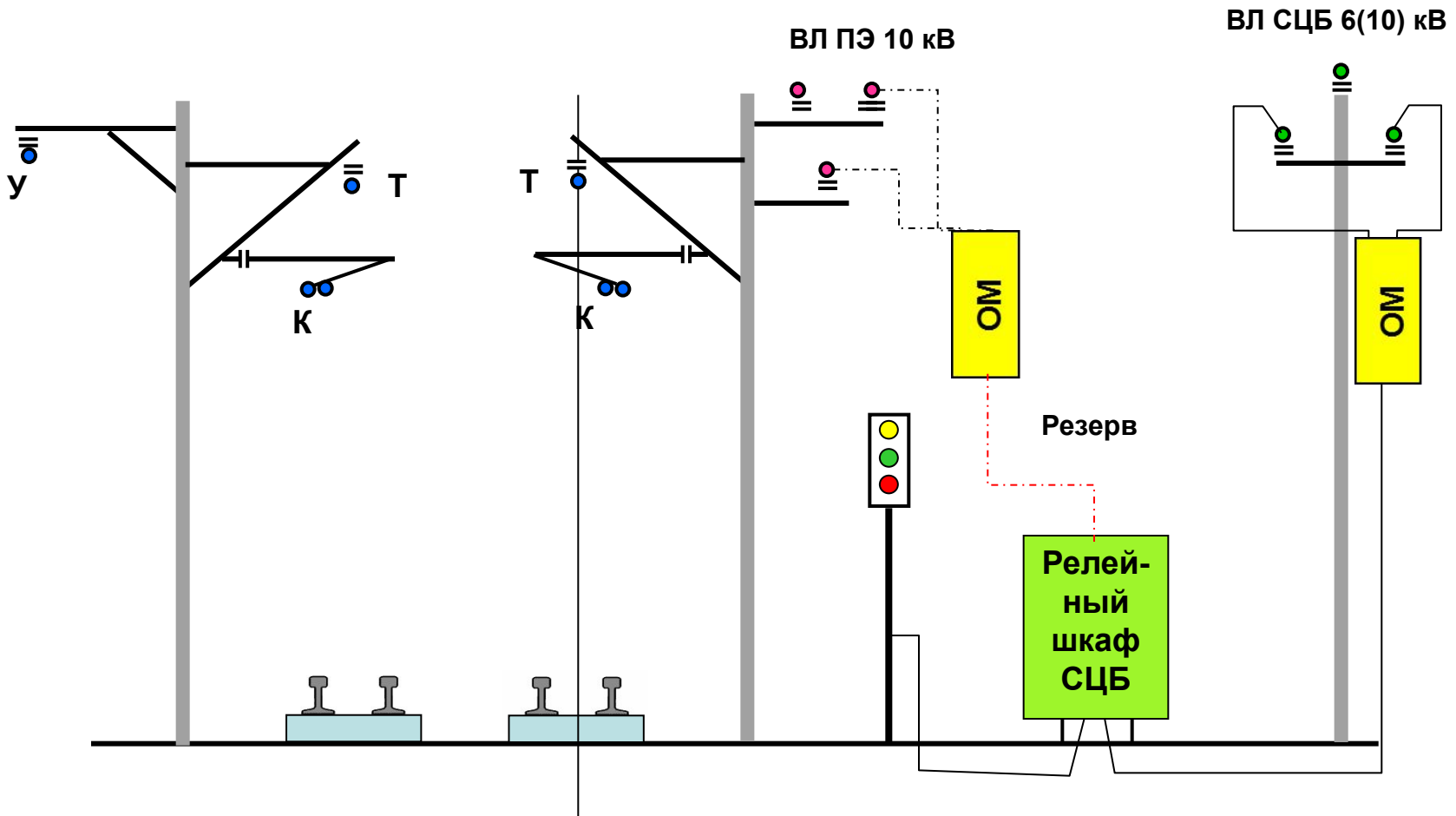


Встречно-консольное питание от двух смежных подстанций с устройством посередине пункта секционирования с нормально отключенным выключателем с устройством автоматического включения резерва (АВР).

Включен 

Отключен 

Разрез железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока



Монтаж проводов ВЛ СЦБ на опоры контактной сети

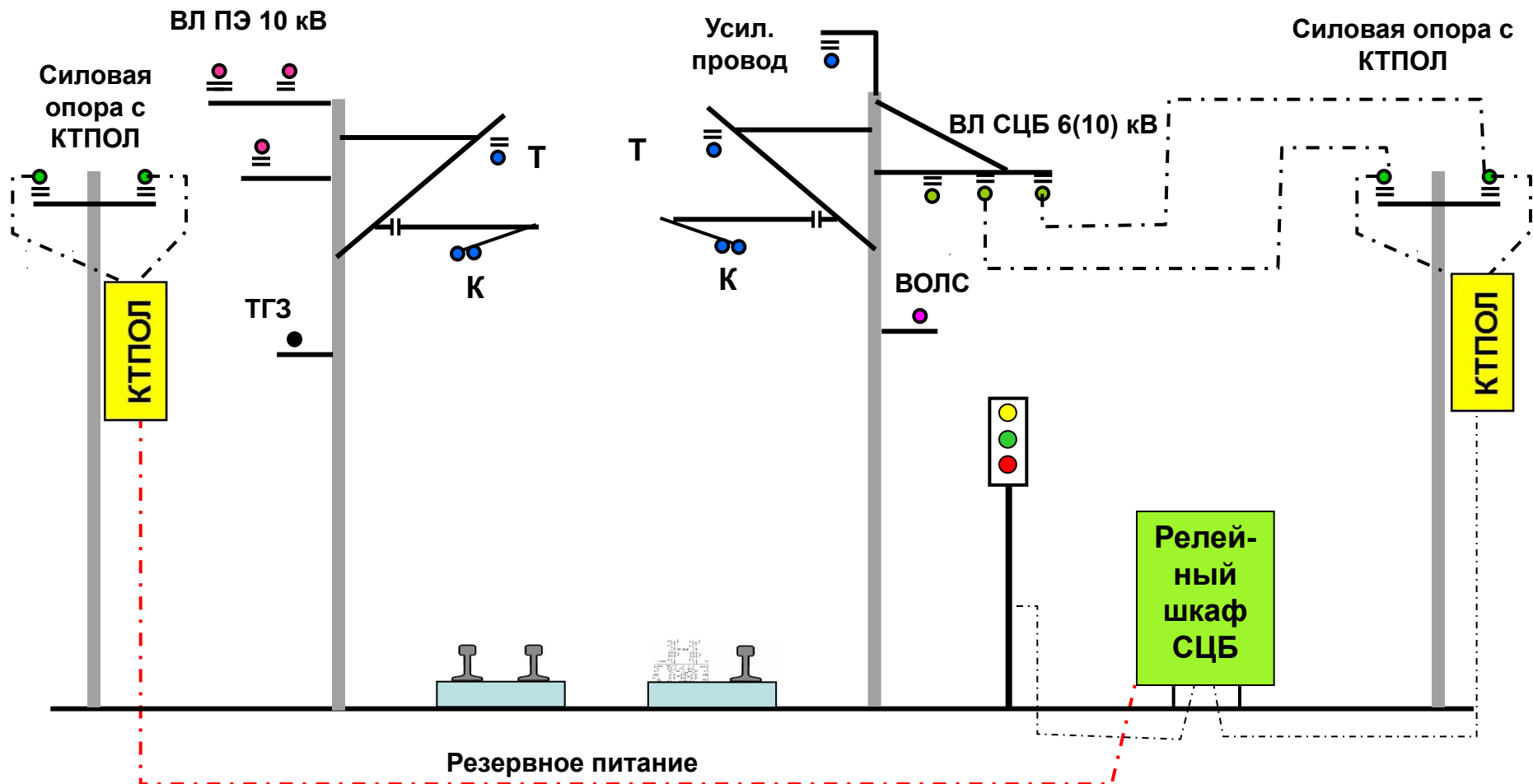
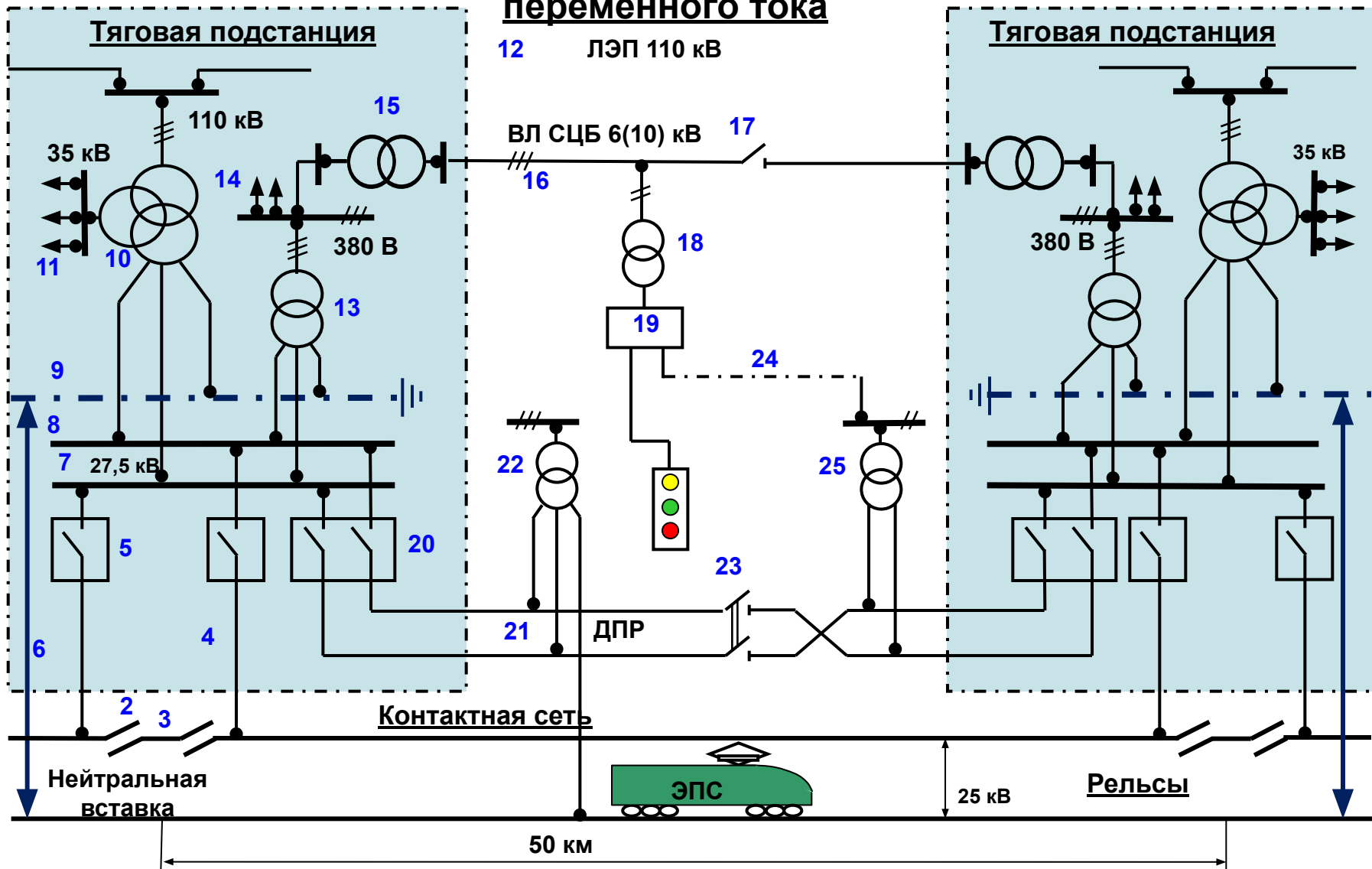


Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе

переменного тока

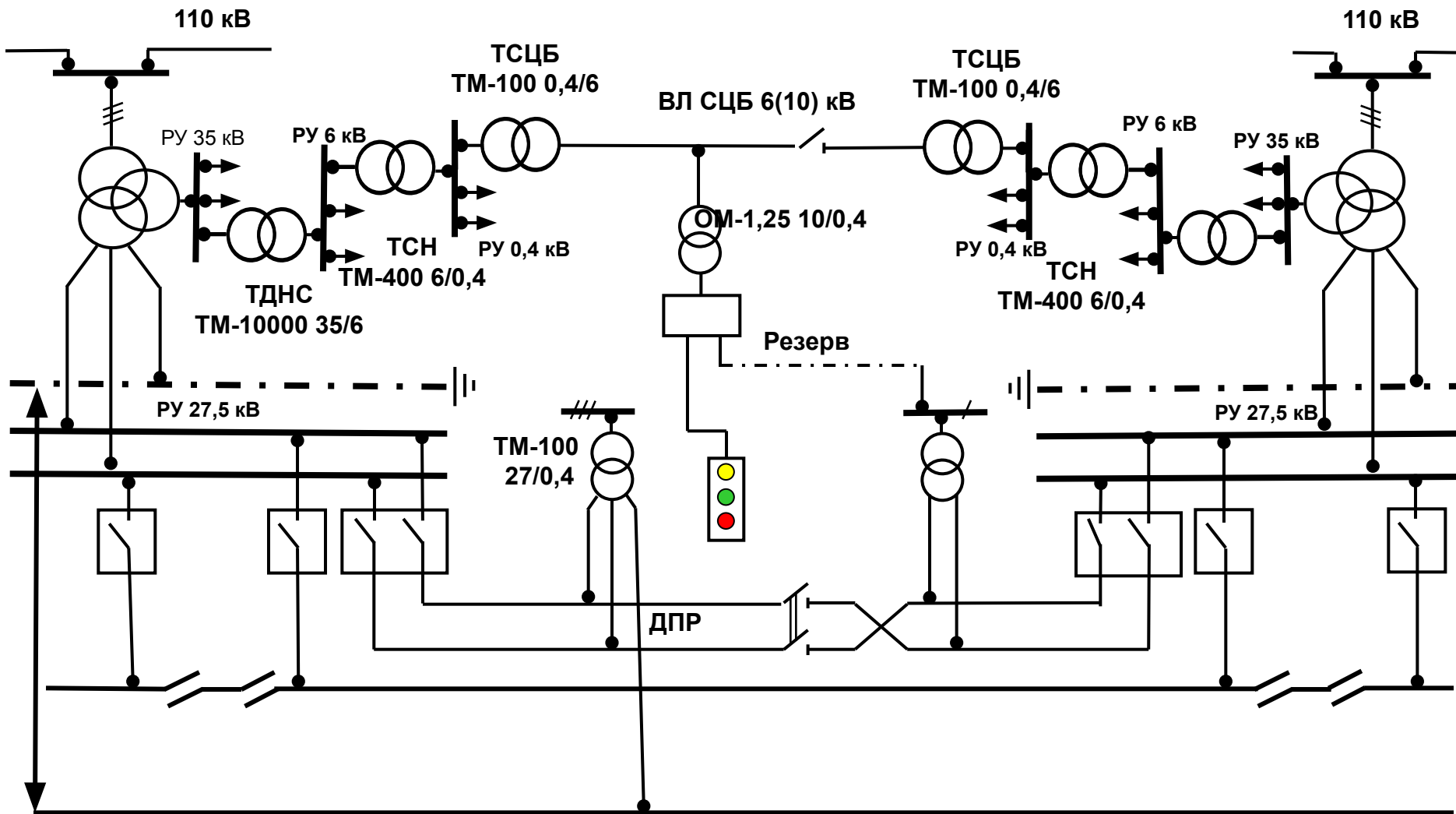


5- фидера контактной сети; 6- отсос; 10- тяговый трансформатор; 11 – фидера нетяговых потребителей; 13- ТСН; 14- питание цепей собственных нужд; 15- трансформатор ВЛ СЦБ; 18- трансформатор СЦБ, питающий путевой ящик СЦБ(19); 17, 23 разъединители; 20- фидера ДПР; 22- трансформатор путевых потребителей; 24, 25- резервное питание СЦБ.

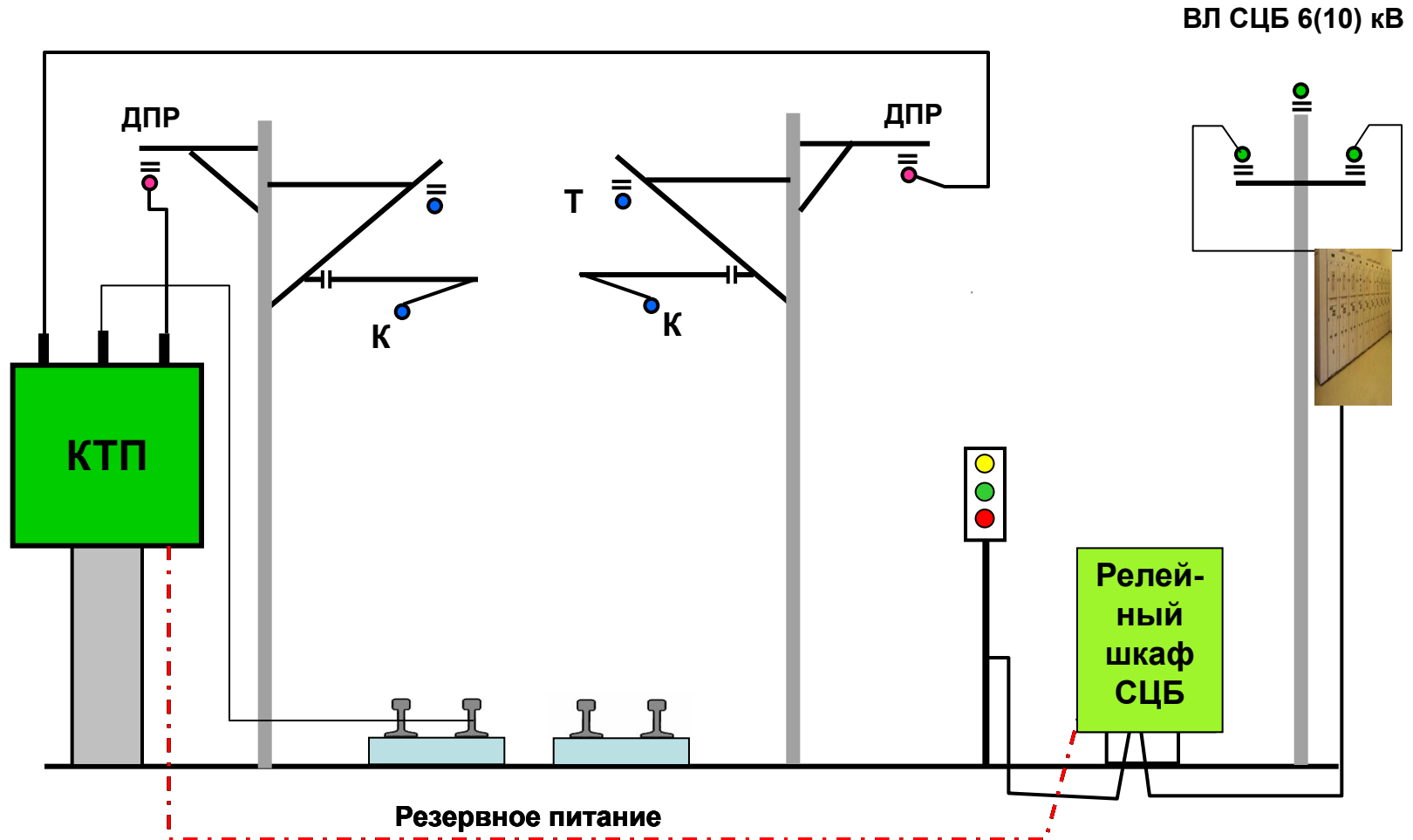
Схема питания нетяговых потребителей железной дороги

Тяговая подстанция

Тяговая подстанция



Разрез железной дороги, электрифицированной по системе переменного тока



Расположение проводов ВЛ СЦБ на опорах контактной сети

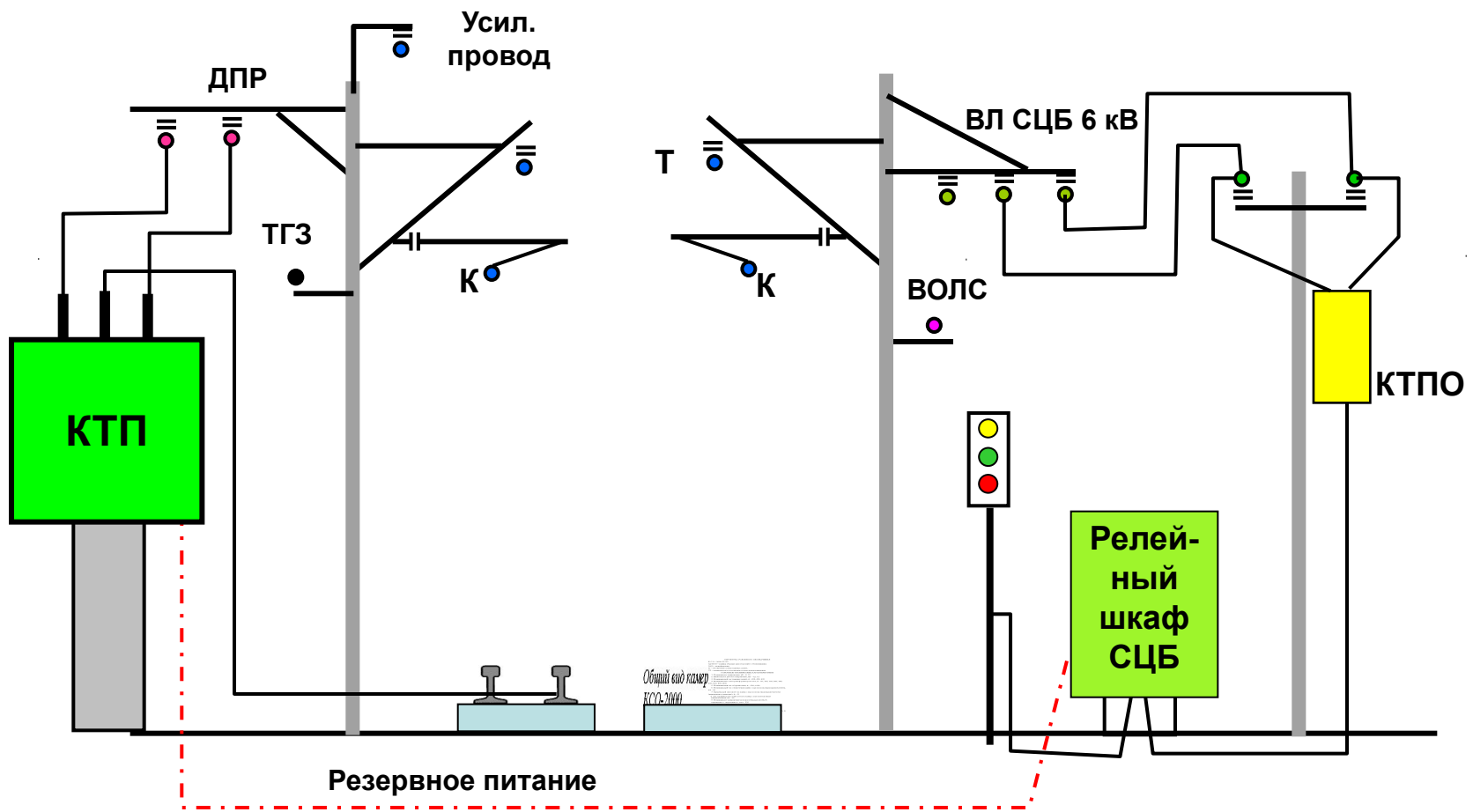
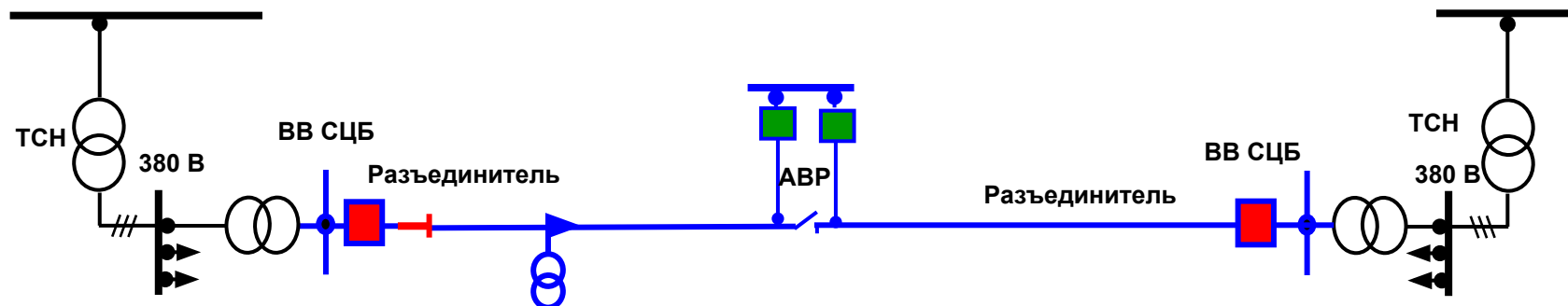


Схема питания ВЛ СЦБ



Консольное питание от одной из смежных подстанций;



На участках переменного тока встречно-консольное питание от двух смежных подстанций с устройством посередине пункта секционирования с нормально отключенным выключателем с устройством автоматического включения резерва (АВР).

Включен



Отключен



Схема питания тяговой сети 2x25 кВ

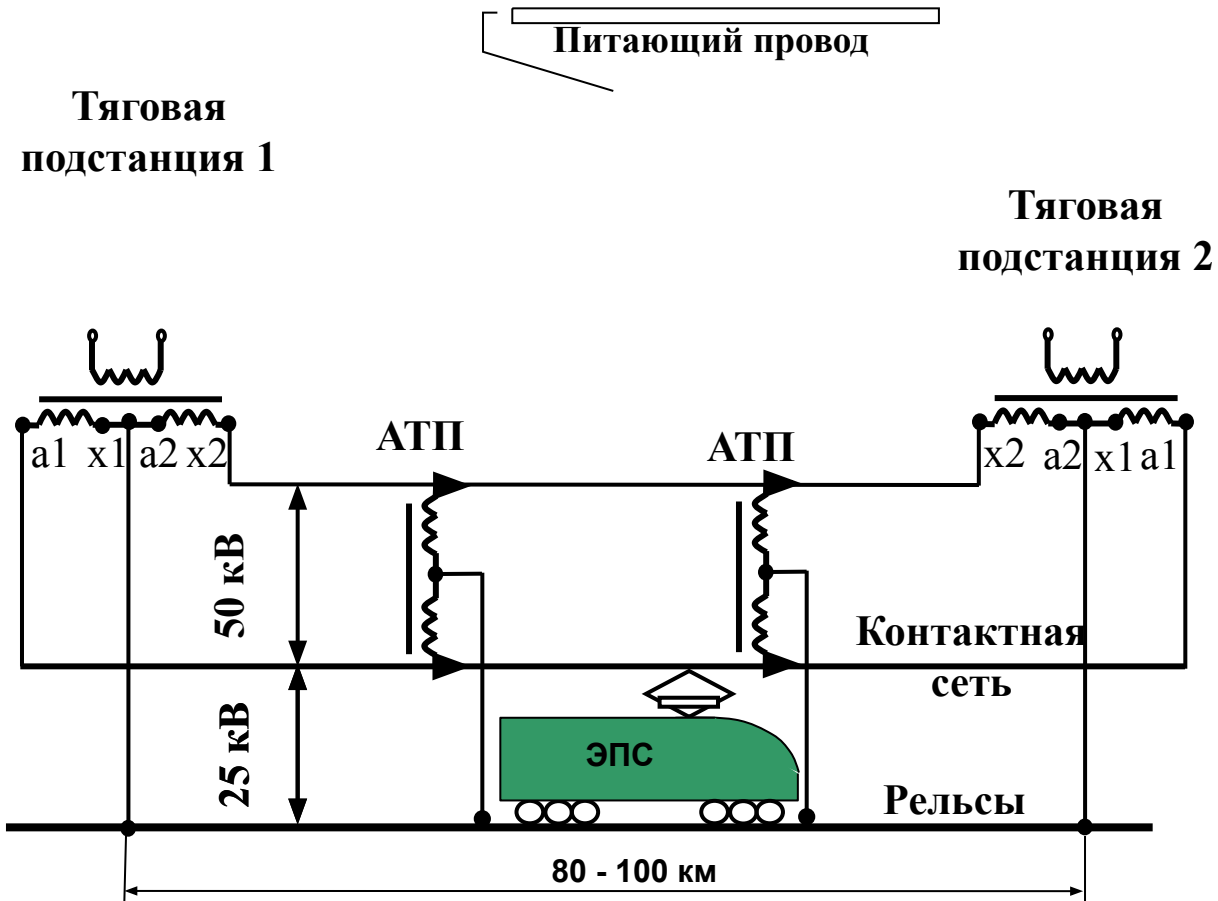


Схема питания железной дороги, электрифицированной на переменном токе по системе 2x25 кВ

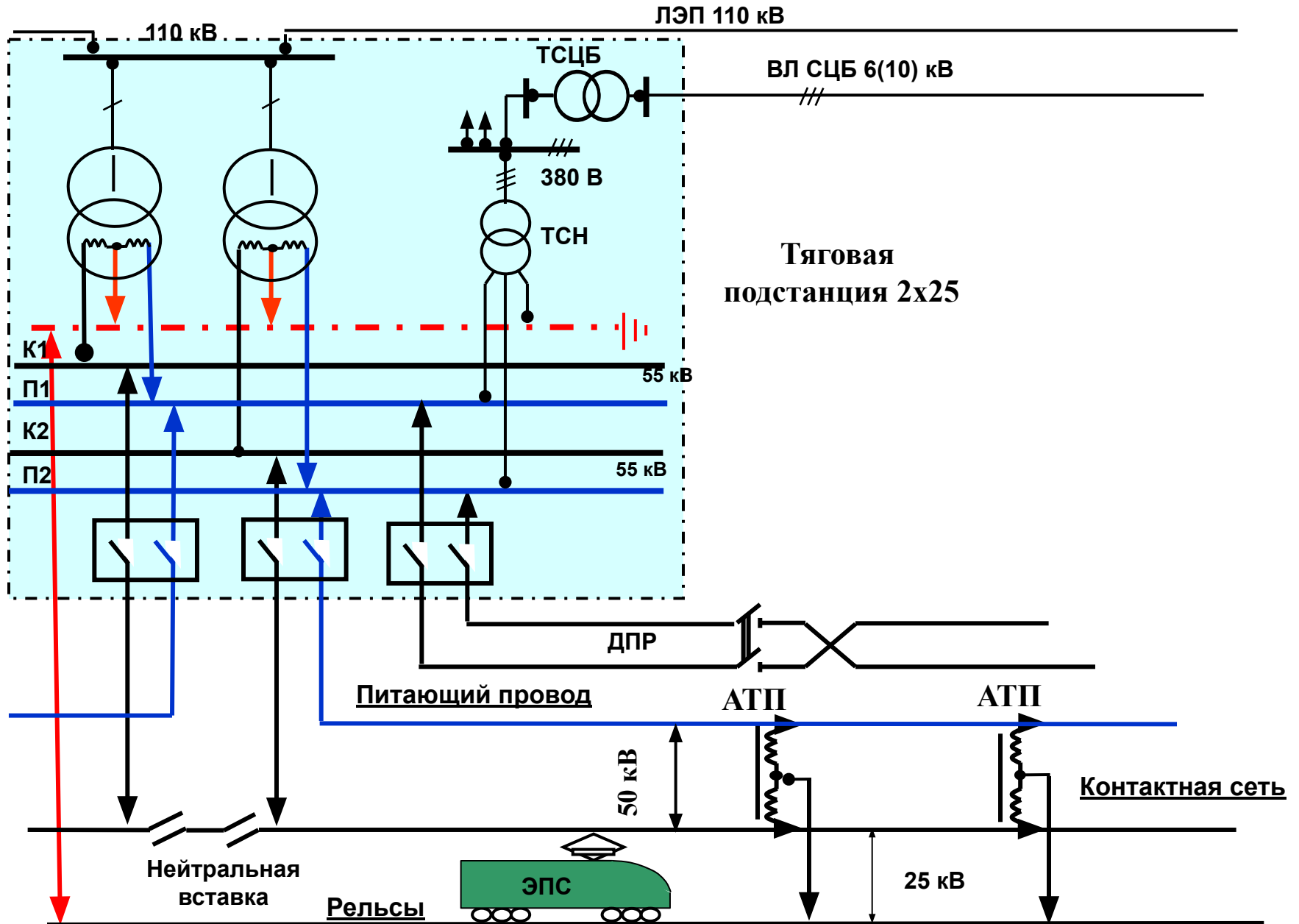
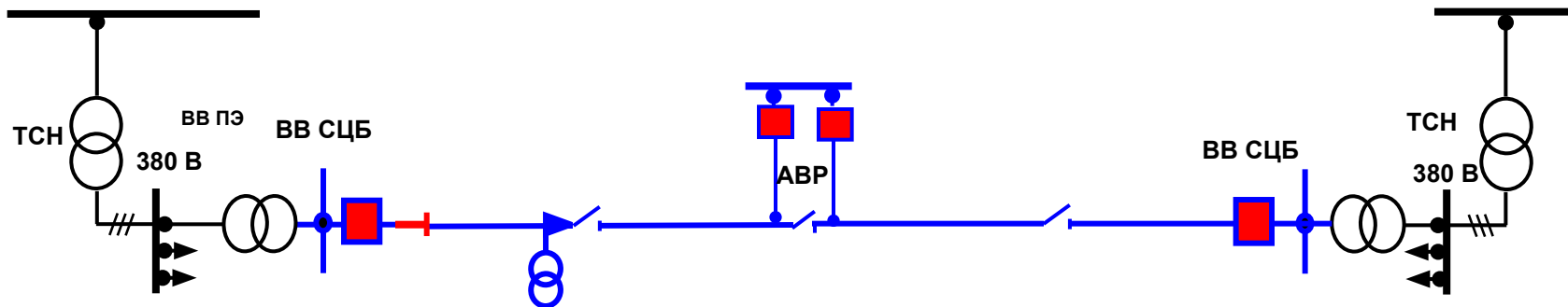


Схема питания ВЛ СЦБ



На железнодорожных участках переменного тока, электрифицированных по системе 2 x 25 кВ, на межподстанционных зонах более 50 км должны предусматриваться дополнительные пункты питания от районных электрических сетей, разделяющие межподстанционную зону на два плеча питания ВЛ СЦБ, каждое из которых должно иметь встречно-консольное питание с устройством посередине пункта секционирования.

Включен



Отключен



Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе переменного тока с экранирующим и усиливающим проводами (ЭУП)

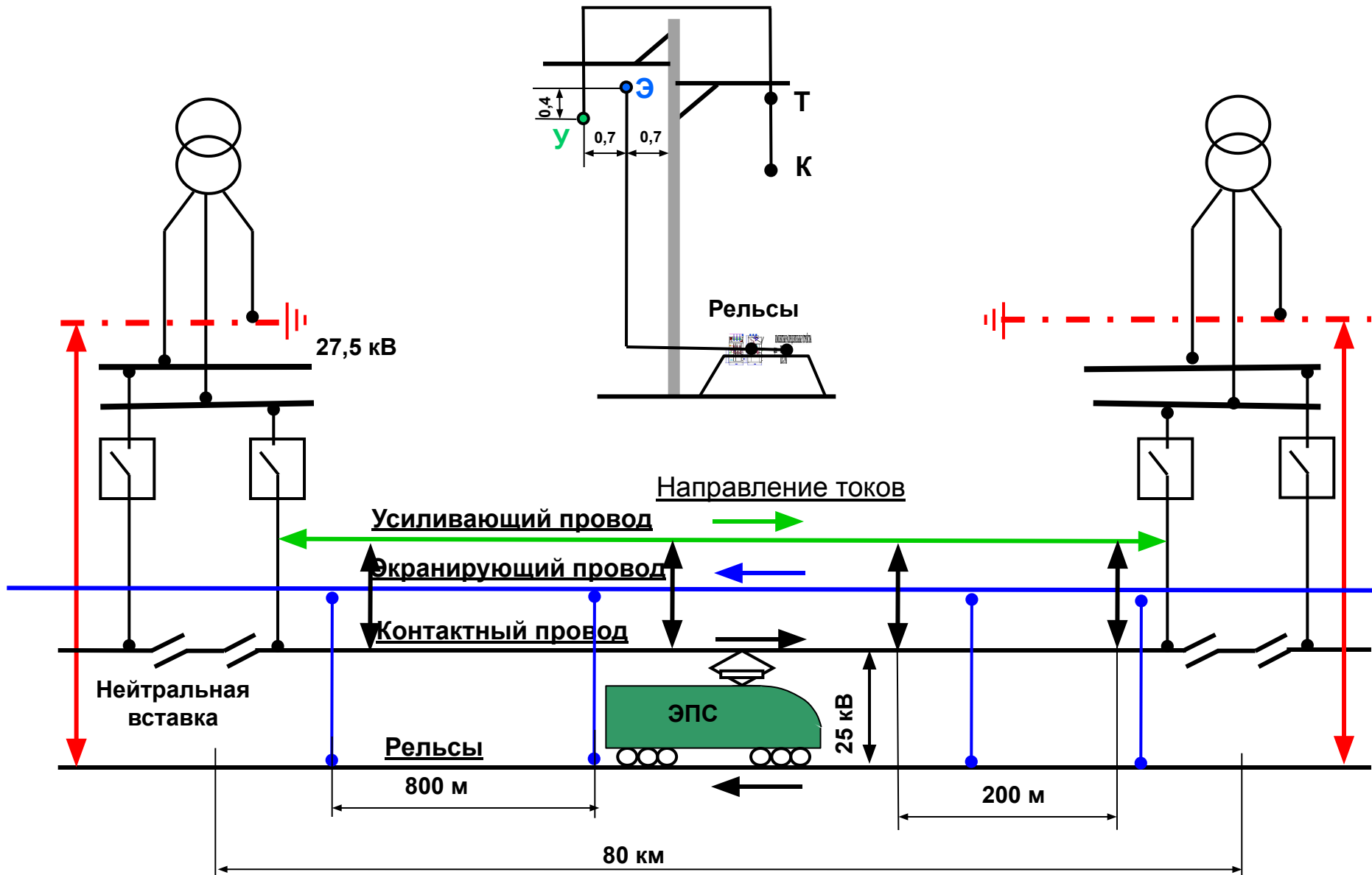


Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе повышенного постоянного напряжения 6- 8 кВ (ППН)

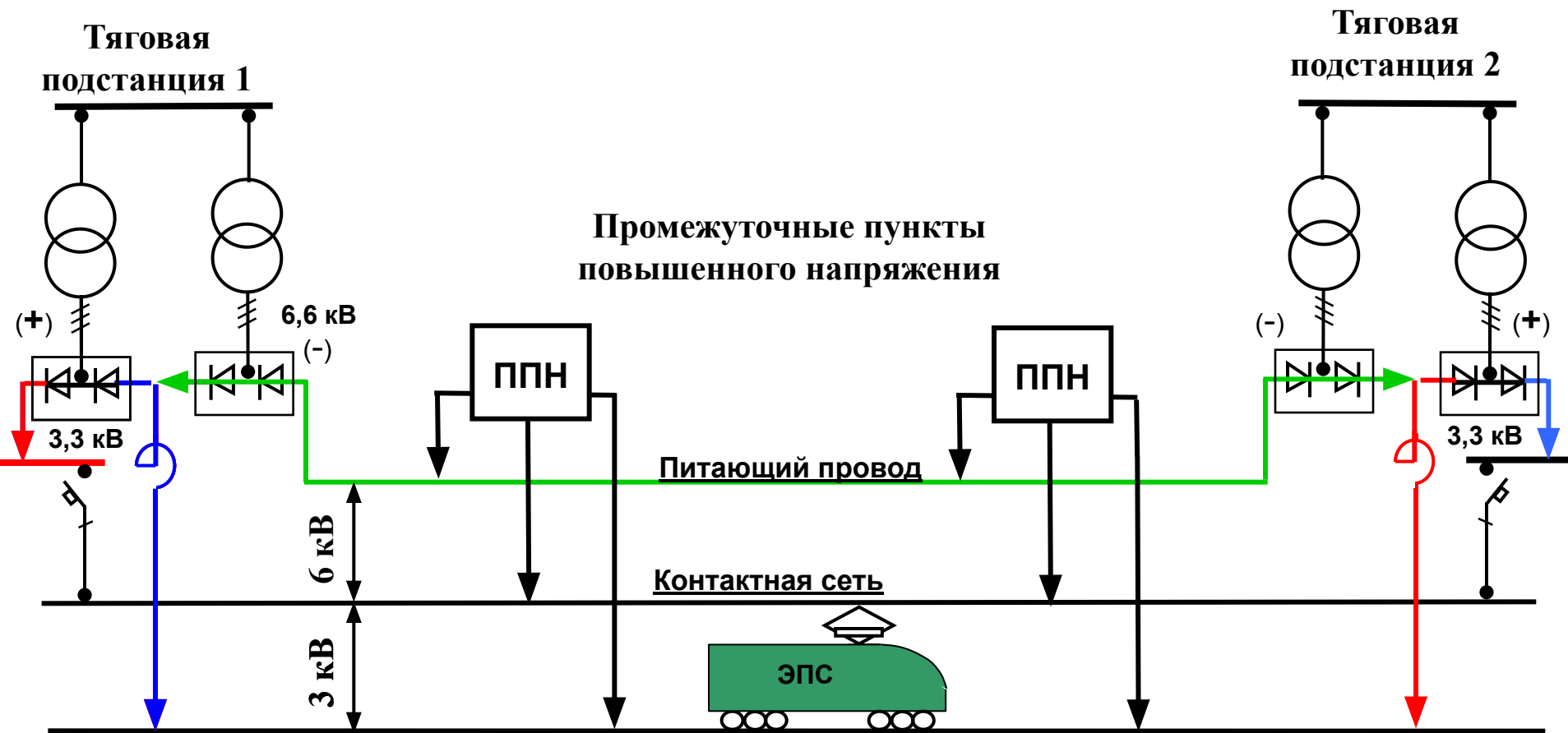
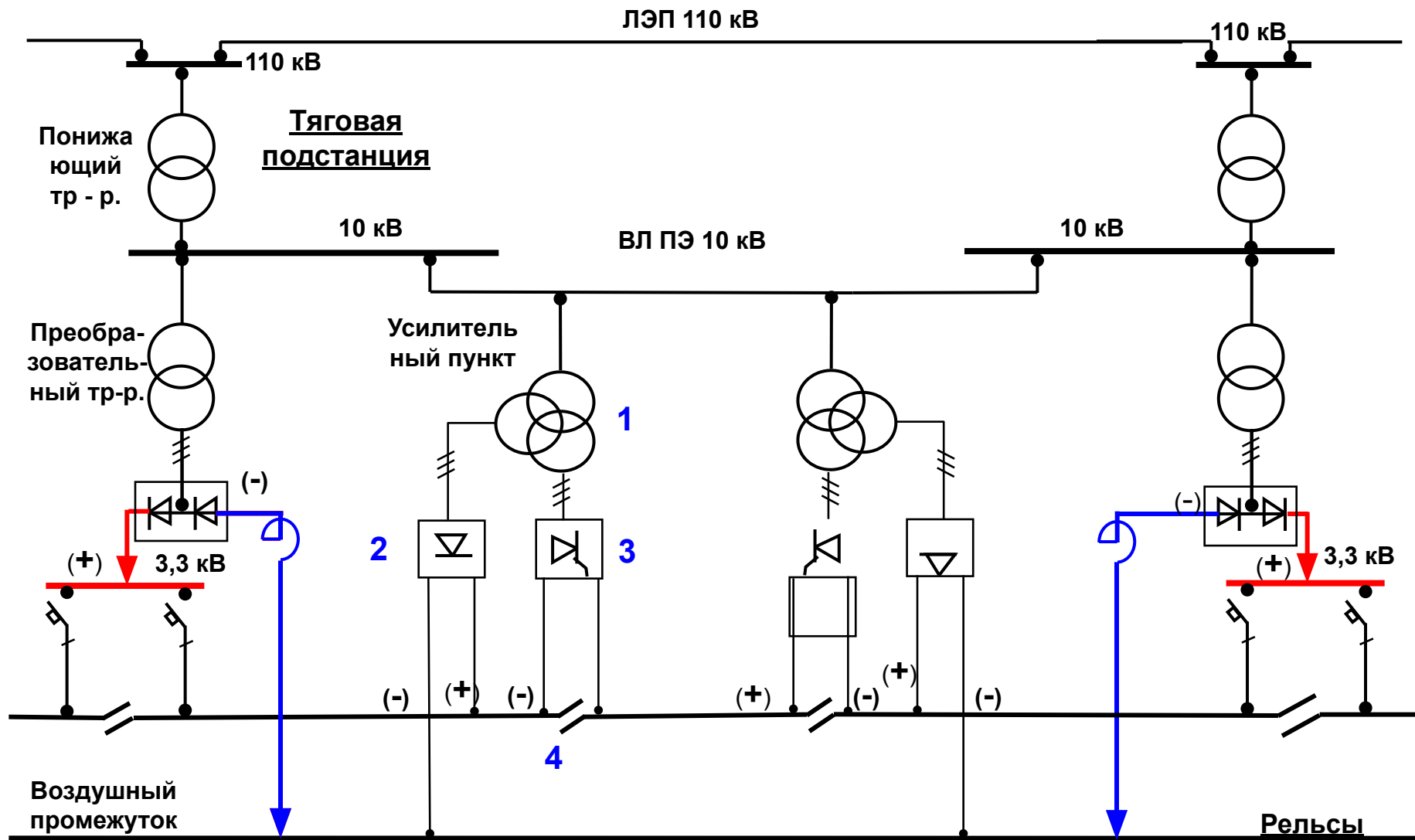


Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе постоянного тока с вольтодобавочными устройствами(ВДУ)



1-понижительный трансформатор усилительного пункта; 2 – неуправляемый выпрямитель, включаемый параллельно в контактную сеть; 3 –управляемый выпрямитель, включаемый в рассечку контактной сети; 4- изолирующее сопряжение КС с воздушным промежутокмю

Схема вольтодобавочных устройств (ВДУ) в фидерной зоне

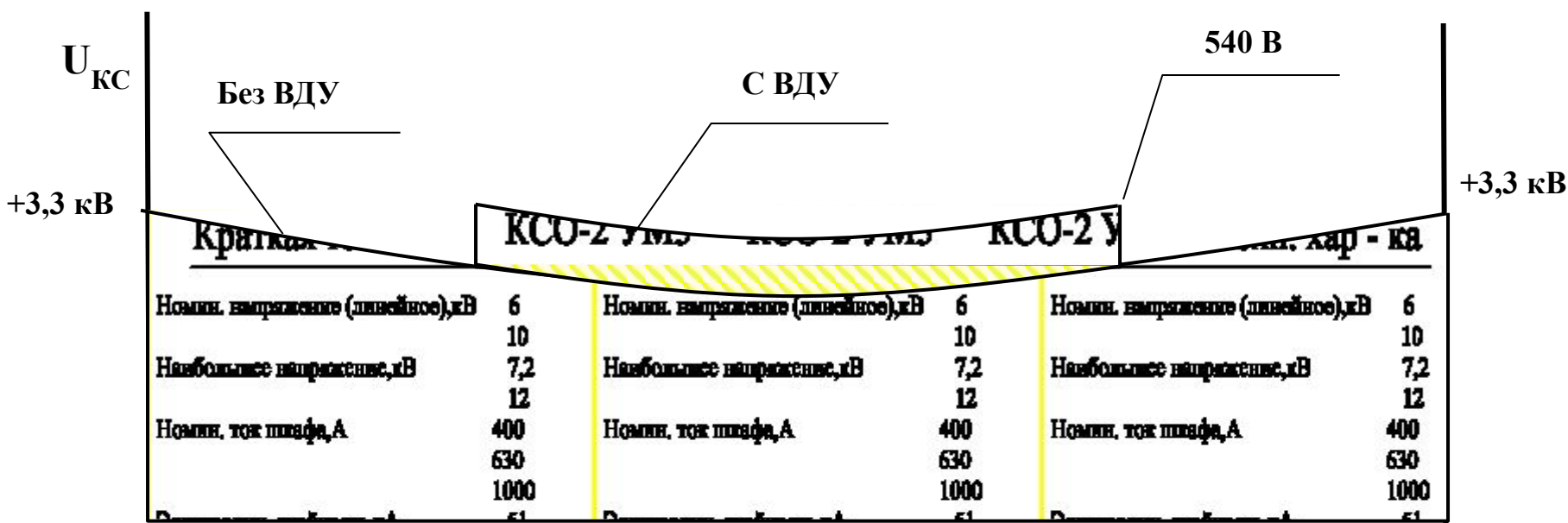
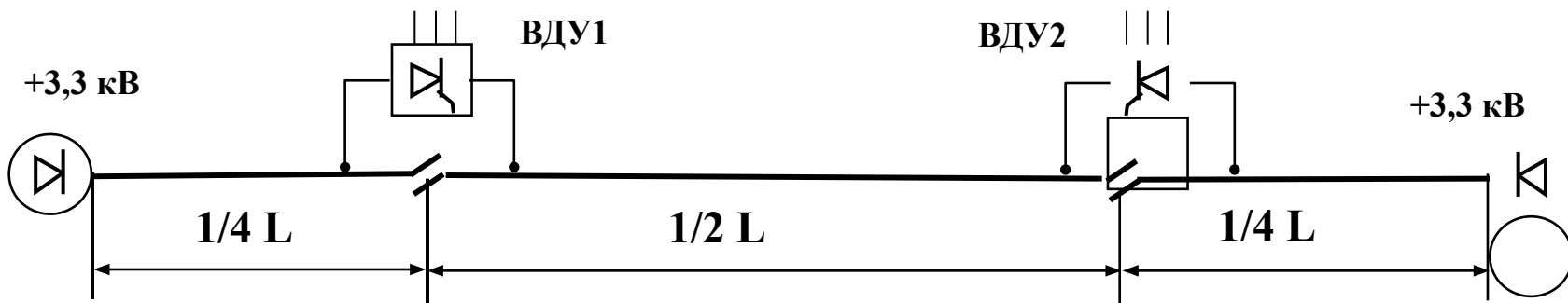


Схема питания железной дороги, электрифицированной по системе повышенного напряжения 94 кВ

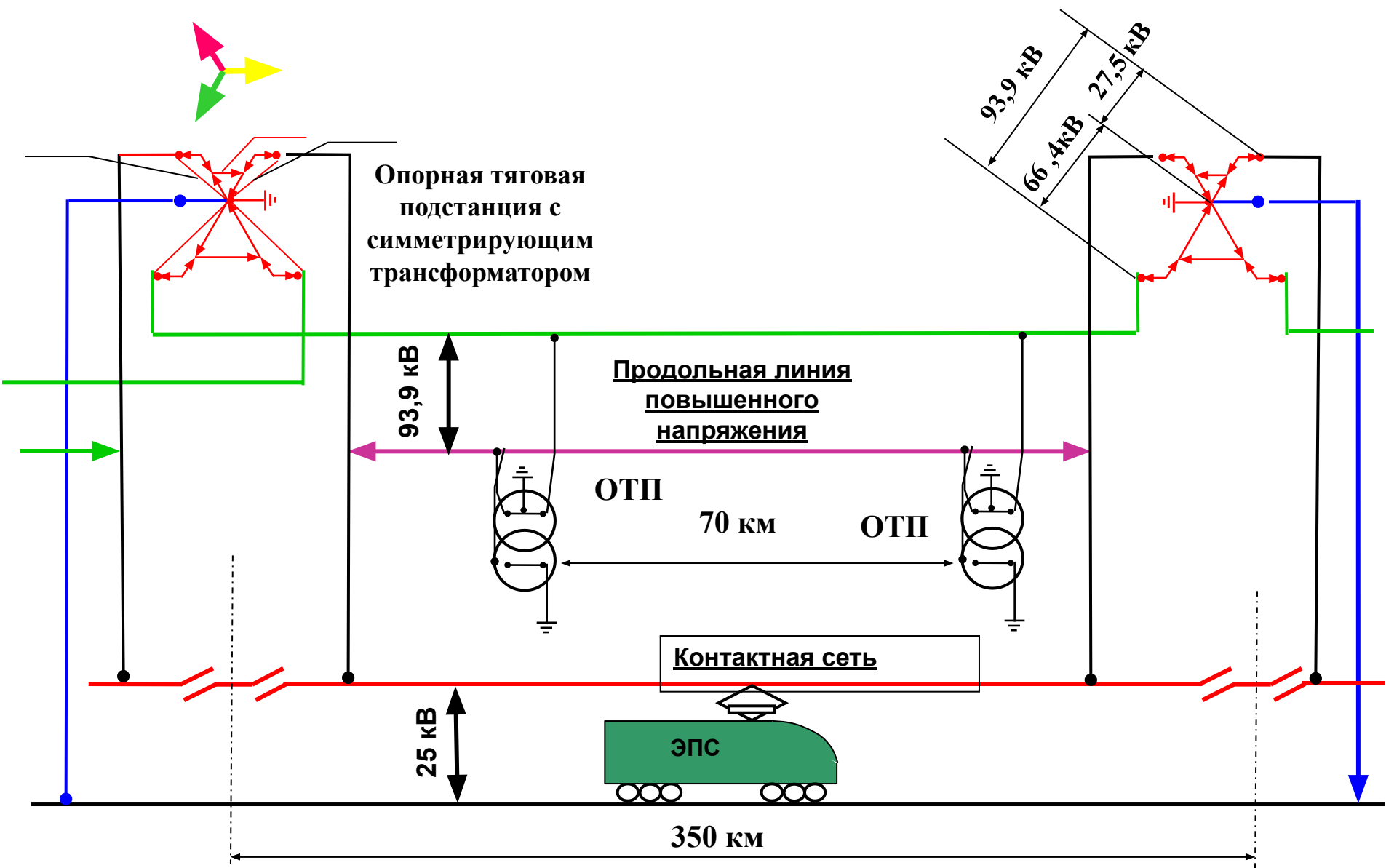


Схема тяговой подстанции переменного тока 15 кВ пониженной частоты 16 2/3 Гц с преобразователем частоты

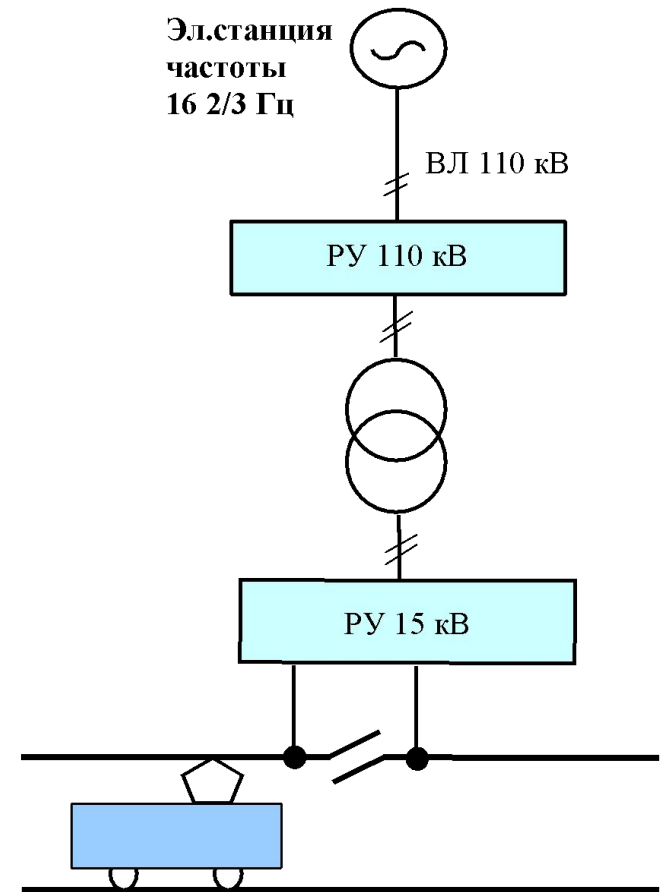
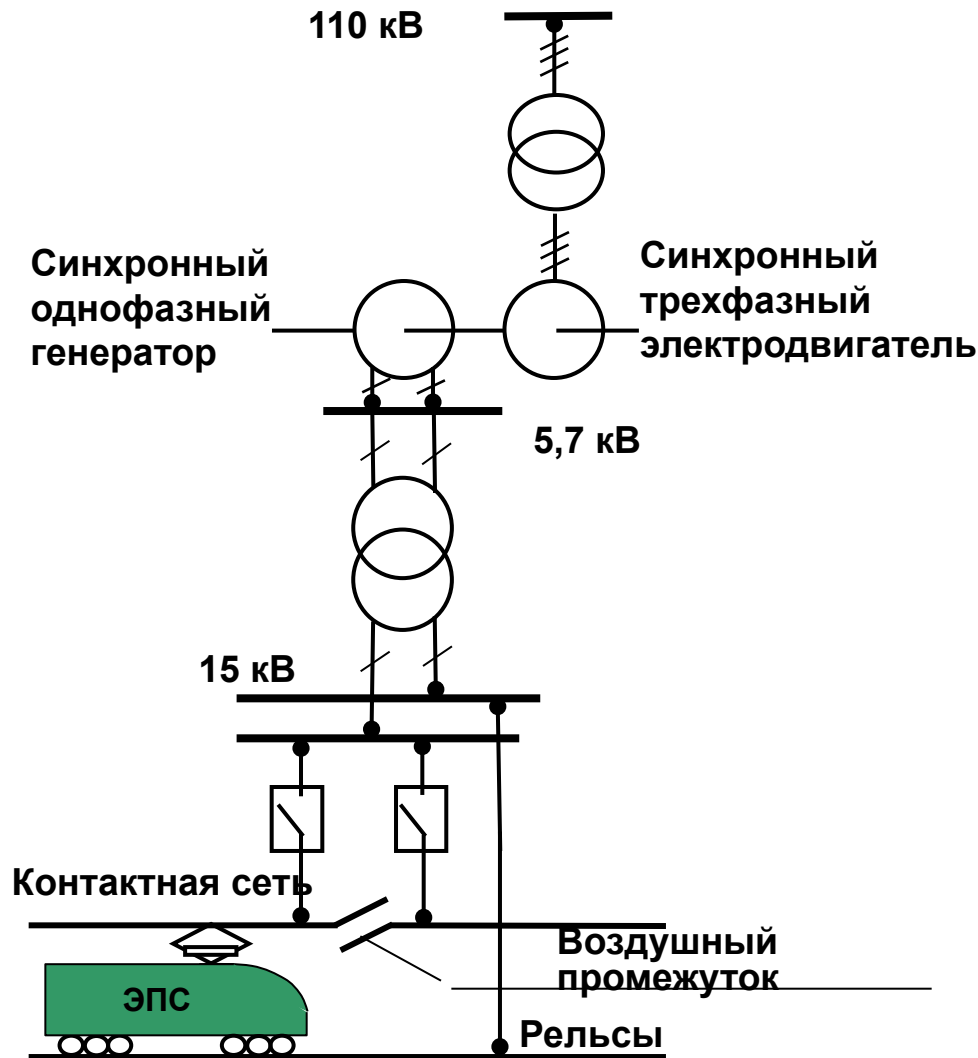


Схема питания метрополитена при централизованной системе питания

ТЯГОВОЙ СЕТИ

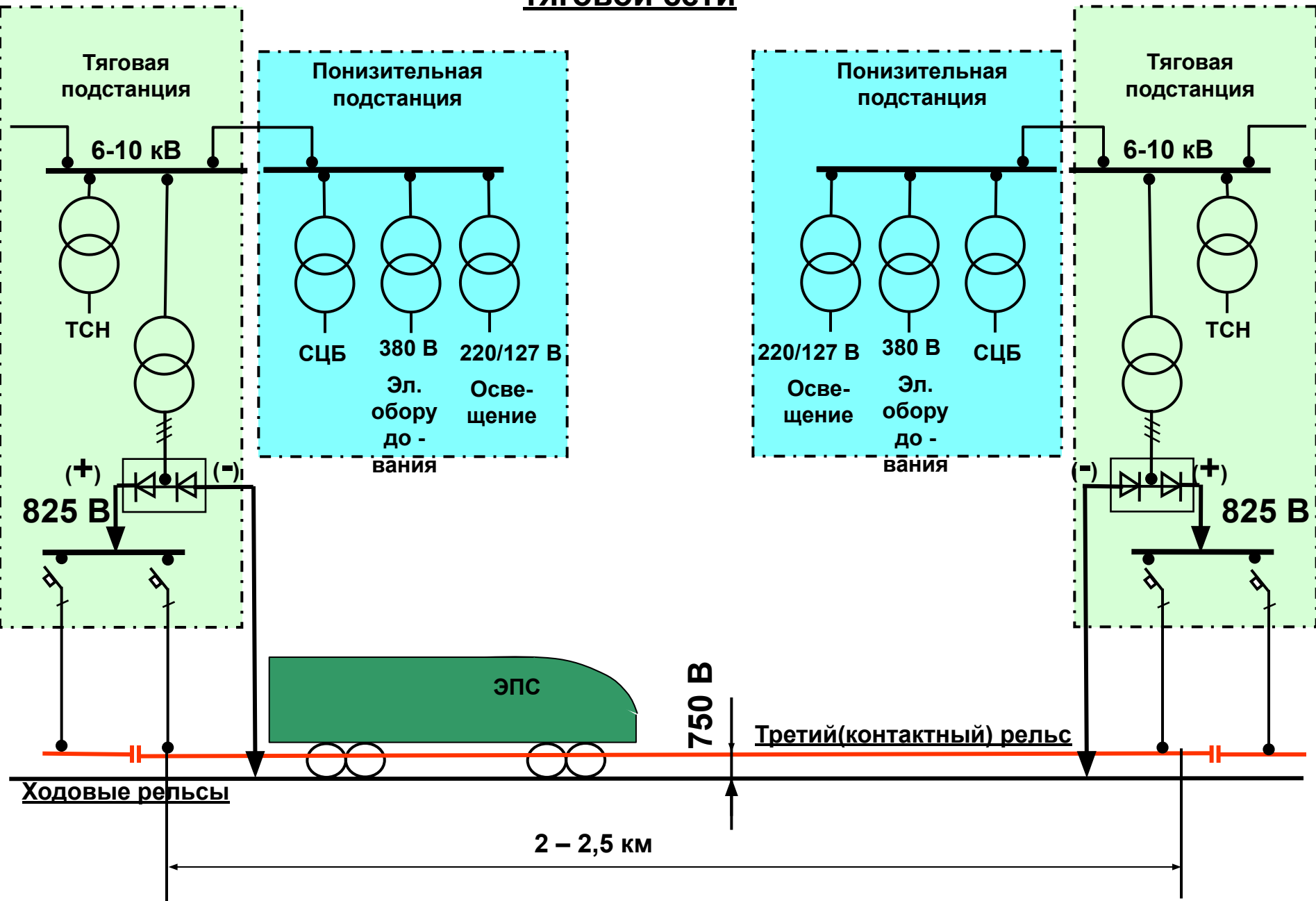
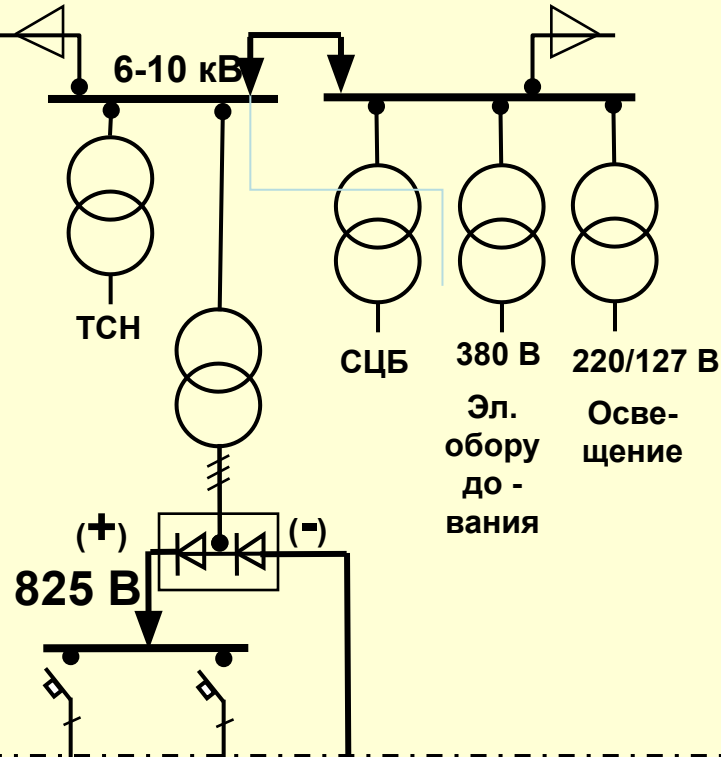


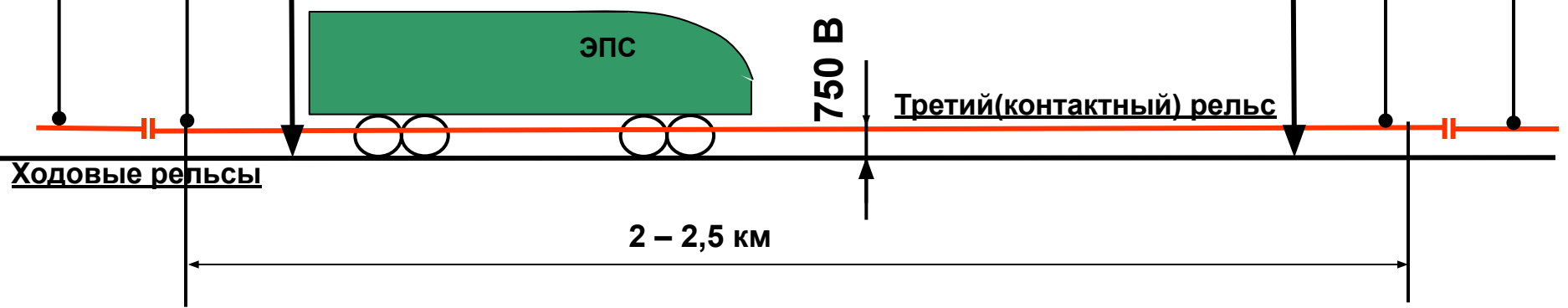
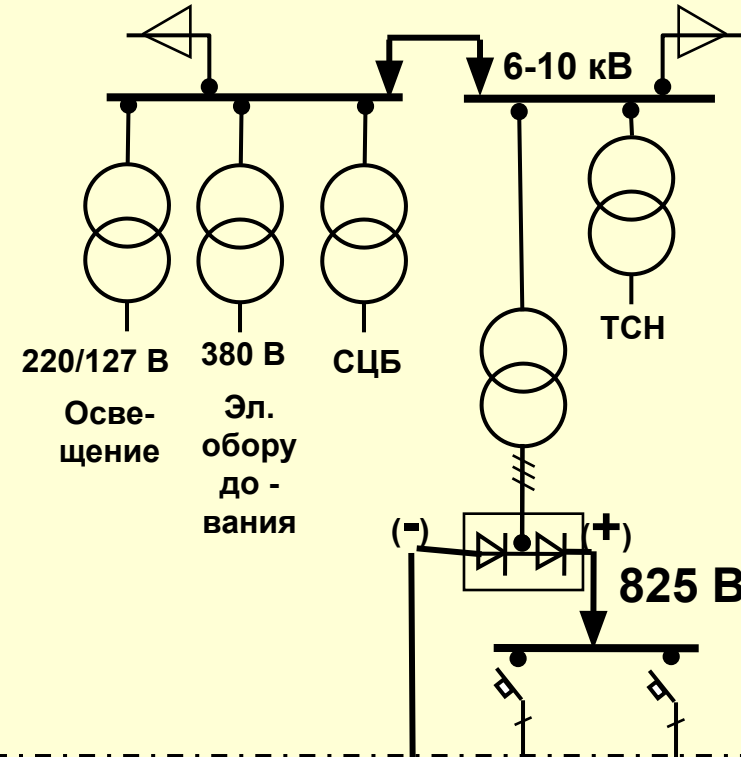
Схема питания метрополитена при децентрализованной системе питания

ТЯГОВОЙ СЕТИ

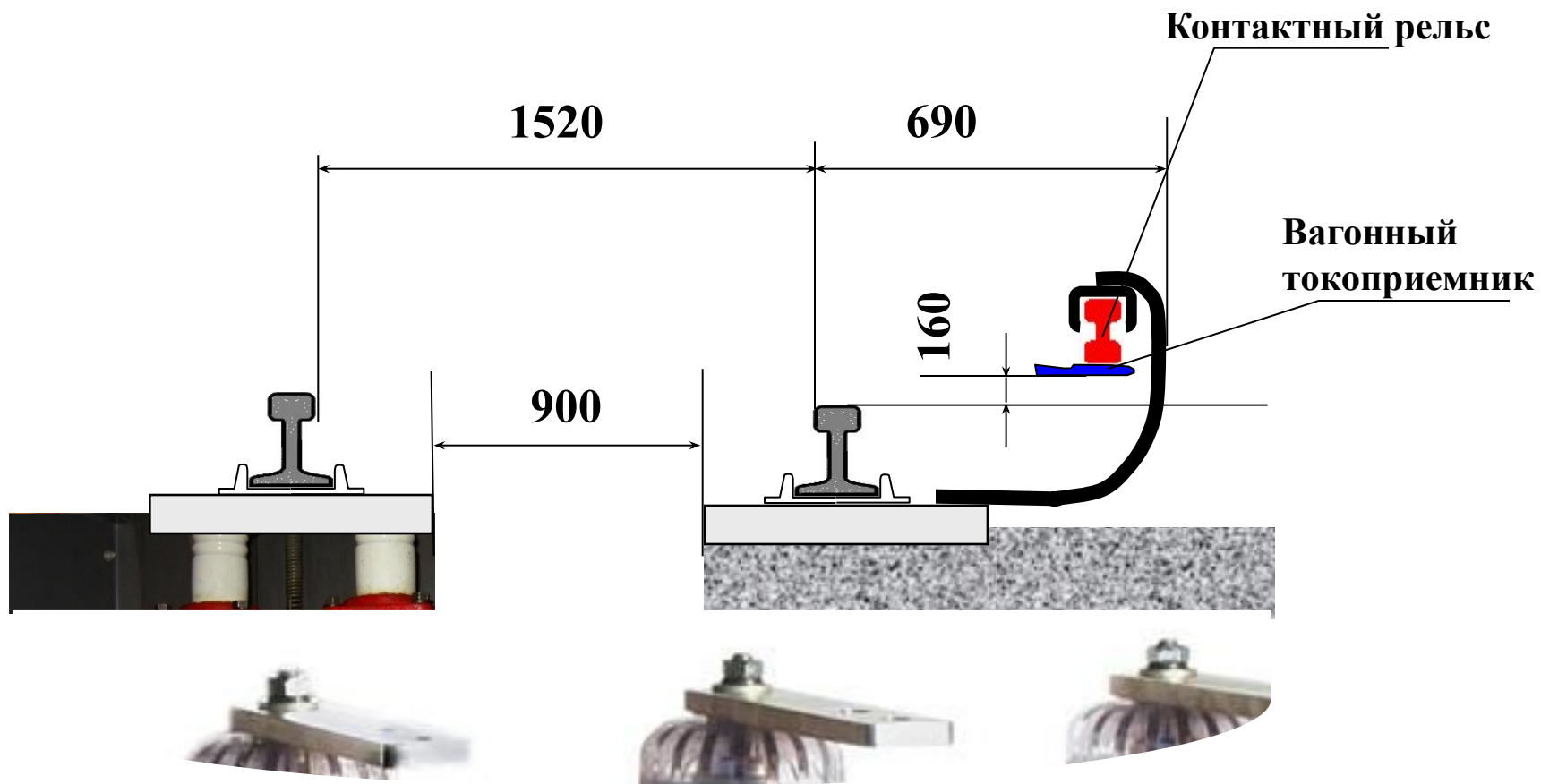
Совмещенная тяговопонижительная подстанция (СТП)



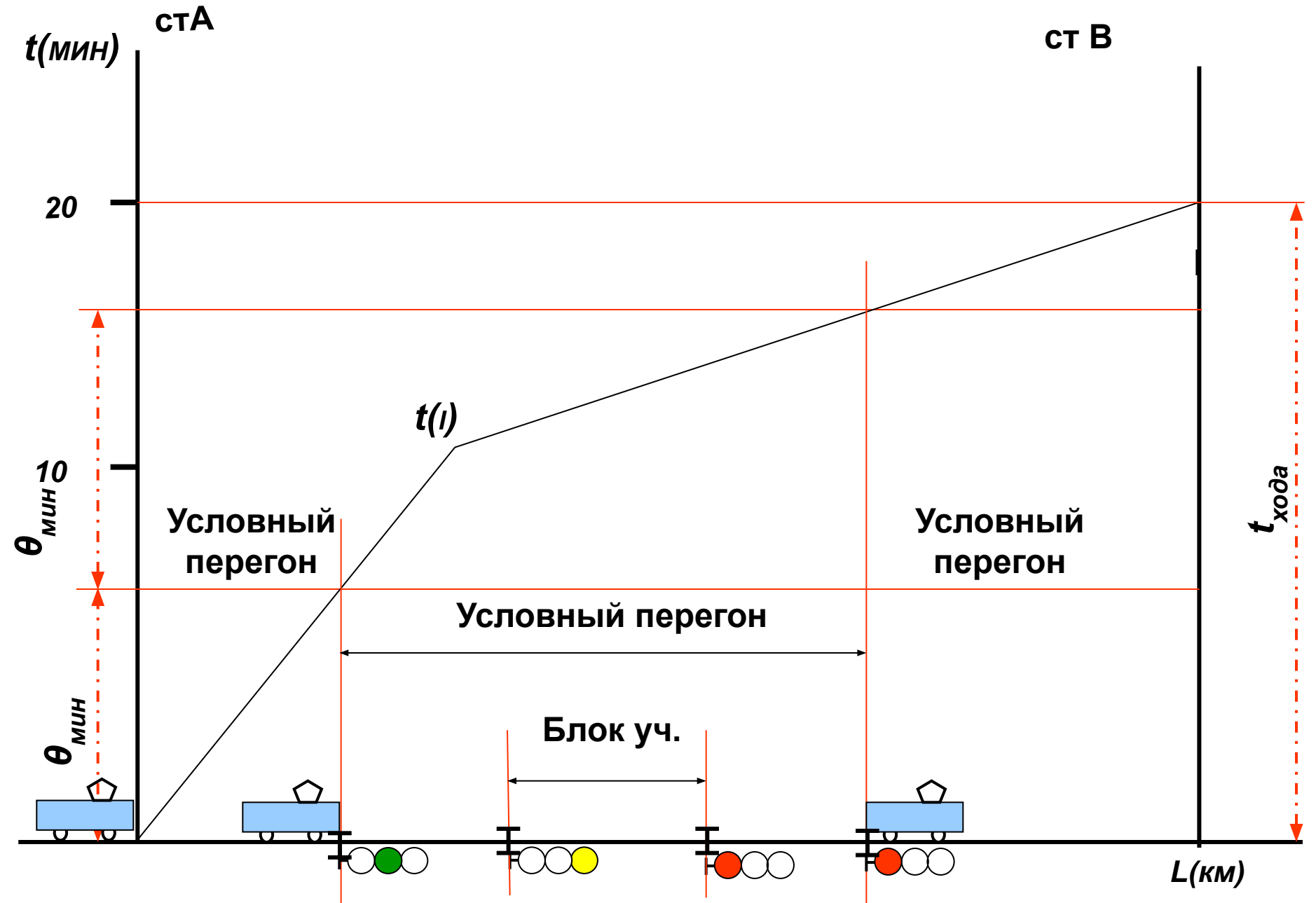
Совмещенная тяговопонижительная подстанция (СТП)



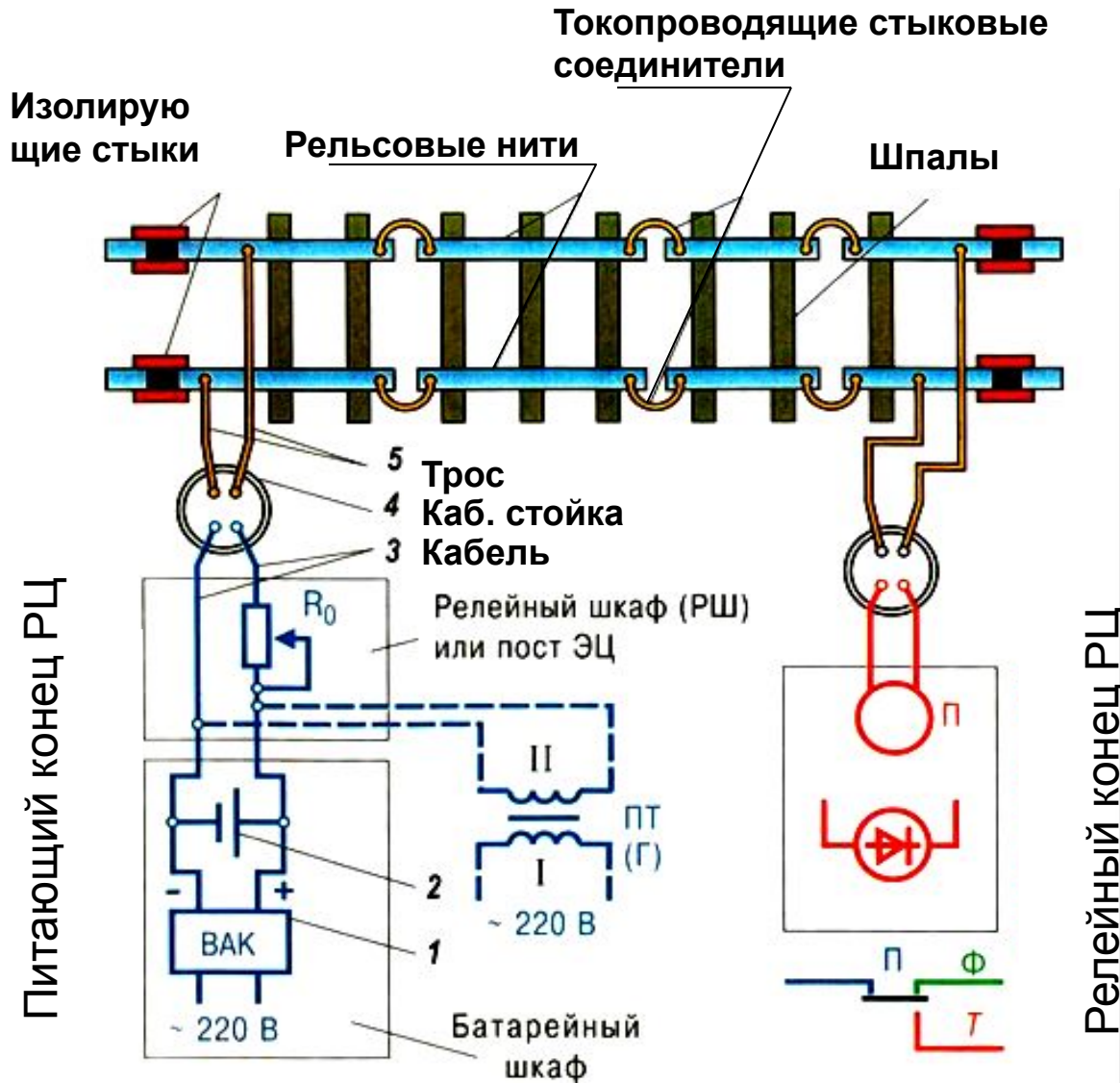
Подвеска контактного(третьего) рельса метрополитена



К вопросу о рельсовых цепях



Электрическая схема рельсовой цепи (РЦ) состоит из питающего конца, рельсовой линии и релейного конца.



Пропуск обратного тягового тока

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток сборных шин, А	Дроссель- трансформаторы ДТ 1600
Масса панели, кг	60-170
Габаритные размеры, мм	600x800x2200

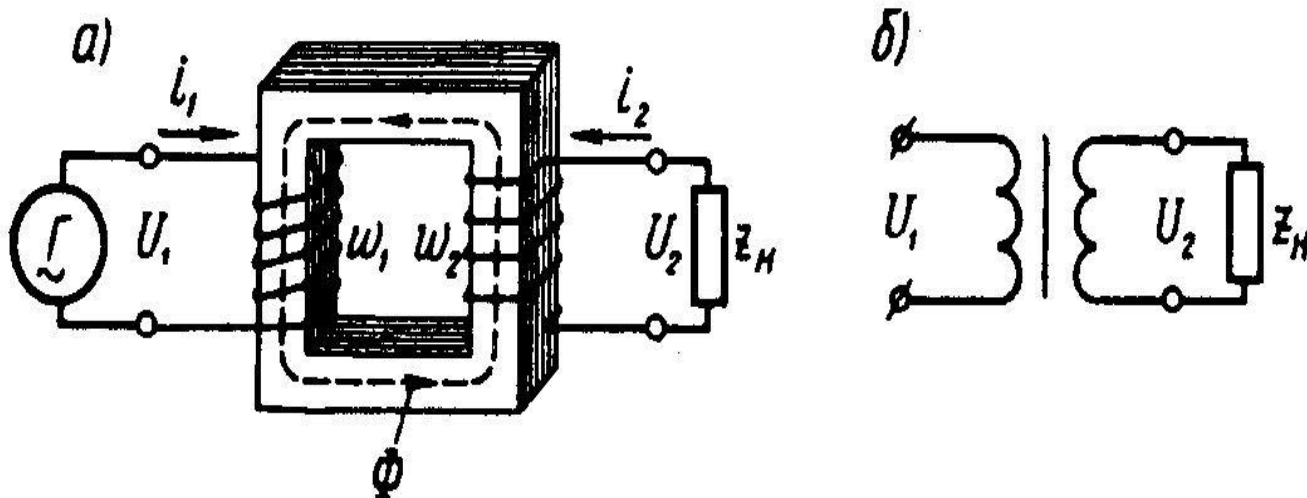
На сегодняшний день на сети железных дорог имеется 302 стационарные и 162 передвижные электростанции общей мощностью 216,7 тыс. кВА, 156,7 тыс.км, воздушных и 24,6 тыс. км кабельных низковольтных (до 1000 В) и высоковольтных (6 и 10 кВ, ДПР 25 и 35 кВ) линий, свыше 50 тыс. трансформаторных подстанции общей мощностью более 10 млн. кВ-А, 14 тыс. прожекторных мачт. Охвачены телеуправлением 52,6% высоковольтных линий, питающих устройства СЦБ и электроустановки в 55 железнодорожных узлах.

Электроустановками нетягового электроснабжения ежегодно передается 6,4 млрд. кВтч электроэнергии.

Принцип действия трансформаторов

Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции.

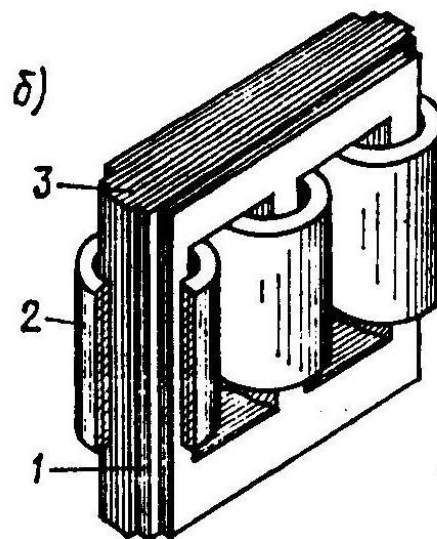
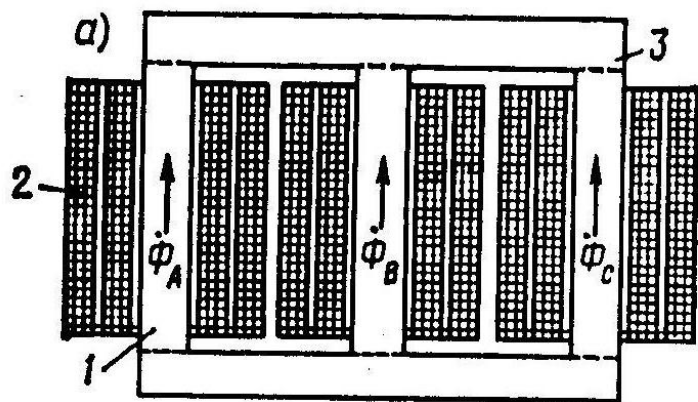
На рисунке б) показано изображение однофазного трансформатора на принципиальных электрических схемах. Трансформаторы обладают свойством обратимости: один и тот же трансформатор можно использовать в качестве повышающего и понижающего. Но обычно трансформатор имеет определенное назначение: либо он повышающий, либо — понижающий



а) Электромагнитная и б) принципиальная схемы трансформатора

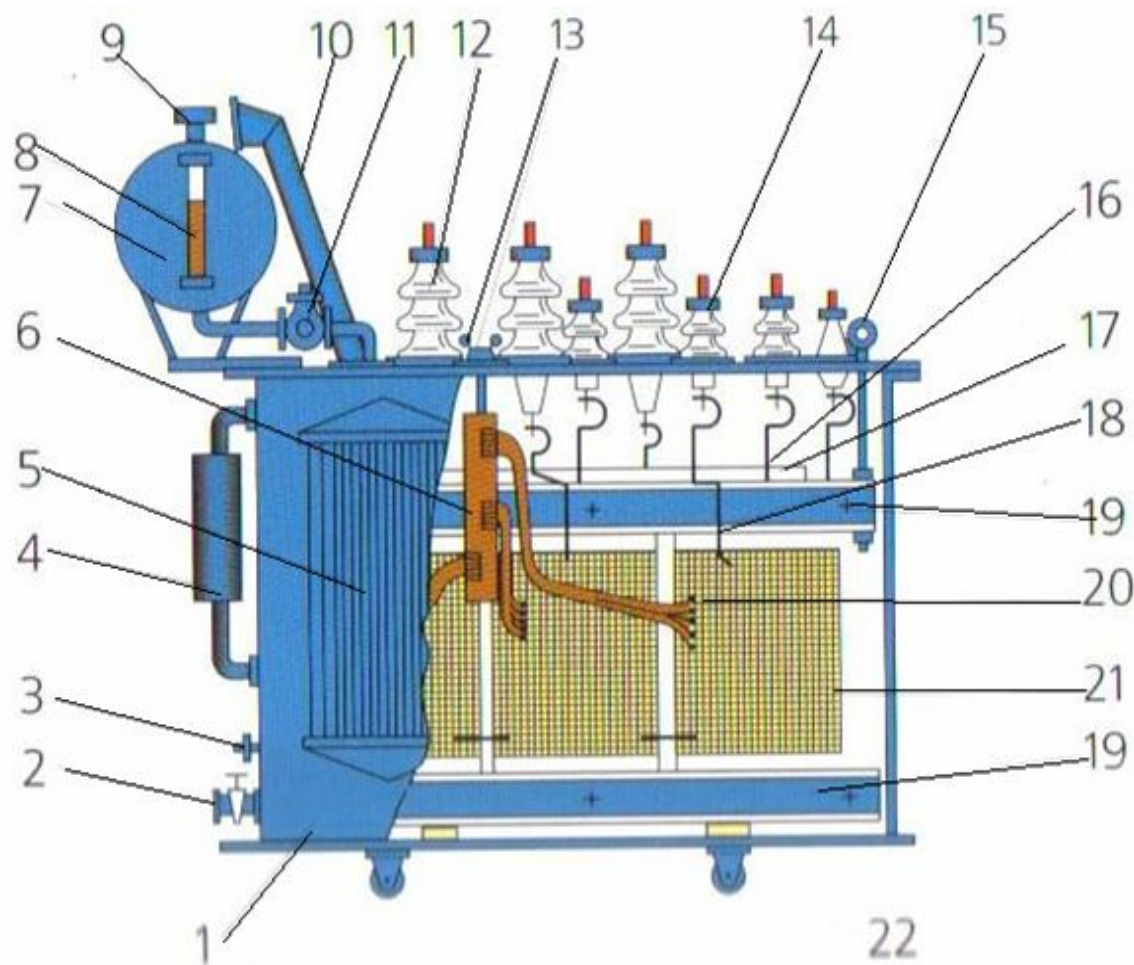
Устройство трансформатора

Современный трансформатор состоит из различных конструктивных элементов: магнитопровода, обмоток, вводов, бака и др. Силовые трансформаторы выполняются с магнитопроводами типов: стержневого, броневого и бронестержневого.



Магнитопровод трехфазного трансформатора стержневого типа с обмотками

Устройство трансформатора



Устройство силового масляного трансформатора

1- бак; 2-вентиль; 3 – болт заземления; 4 –термосифонный фильтр; 5-радиатор; 6- переключатель; 7- расширитель; 8-маслоуказатель; 9-воздухоосушитель; 10 -выхлопная труба; 11 – газовое реле; 12 - ввод ВН; 13-привод переключающего устройства; 14 - ввод НН; 15-подъемный рым; 16-отвод НН; 17-остов; 18- отвод ВН; 19 – ярмовая балка остова (верхняя и нижняя); 20- регулировочные ответвления обмоток ВН; 21-обмотка ВН (внутри НН); 22 – каток тележки.

**Трансформатор силовой
масляный ТМГ-400/27,5 У1
(трехфазный масляный
герметичный)**



**Трансформатор
сухой ТСЗ-630**



Измерительные трансформаторы

Измерительные трансформаторы – трансформаторы тока и трансформаторы напряжения применяются в сетях переменного тока до 1000 В и выше.



Измерительные трансформаторы тока 110 кВ

Трансформаторы напряжения (ТН)

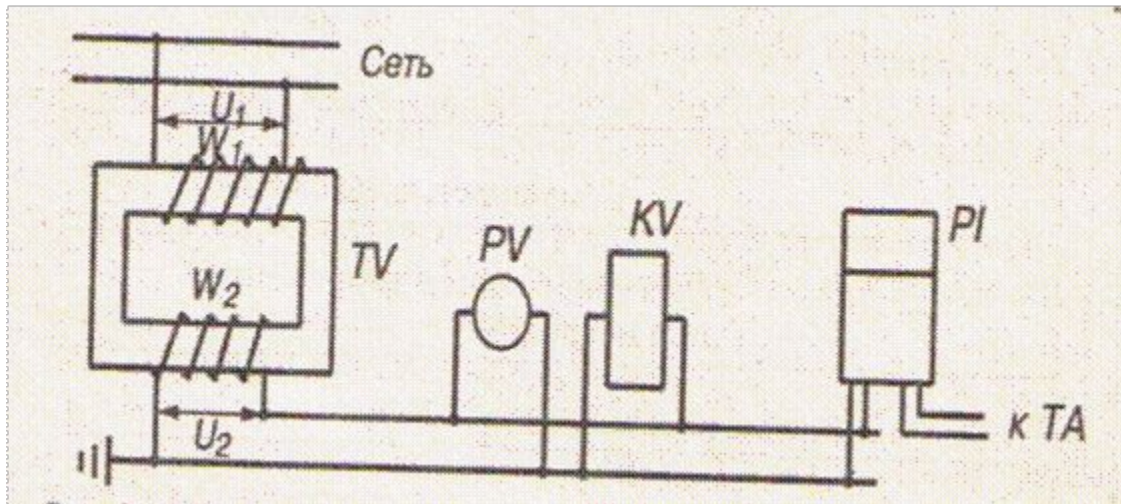


Схема подключения приборов и реле к сети через однофазный трансформатор напряжения

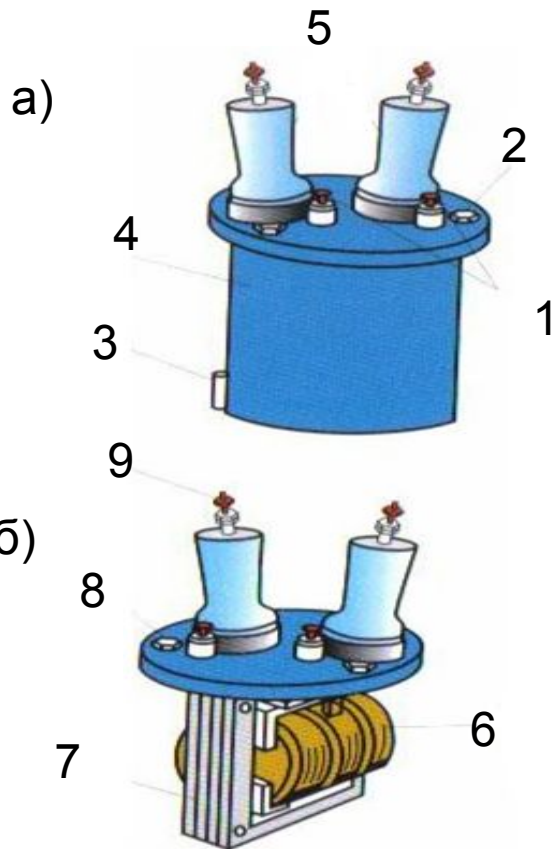
ТН применяют для измерения напряжения, питания обмоток напряжения измерительных приборов и реле защиты, расширения пределов измерения приборов, изоляции их и реле от высокого первичного напряжения и понижения первичного напряжения до величины, удобной для питания приборов.

Предельно допустимые погрешности трансформаторов напряжения ГОСТ 1983-2001

Класс точности	Наибольшая погрешность	
	В напряжении, %	Угловая, мин
0,2	$\pm 0,2$	± 10
0,5	$\pm 0,5$	± 20
1	± 1	± 40
3	± 3	не нормируется

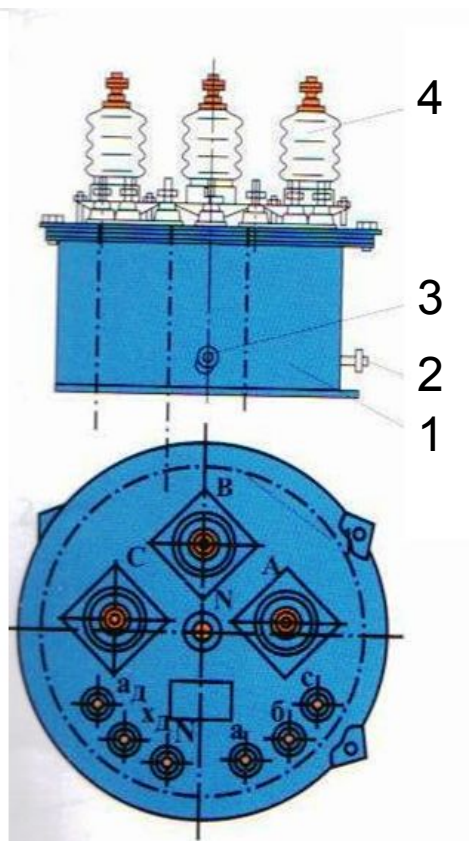
где K_{TV} – коэффициент трансформации трансформатора напряжения

Однофазный трансформатор напряжения НОМ-10



а-общий вид, б-выемная часть
 1,5-проходные изоляторы
 2-болт для заземления
 3-сливная пробка, 4-бак
 6-обмотка, 7-сердечникЮ 8-винтовая пробка,9-контакт высоковольтного ввода

Трехфазный трансформатор напряжения НТМИ-10



Общий вид
 1-бак
 2-болт для заземления
 3-сливная пробка
 4-высоковольтный ввод

Трансформаторы тока (ТТ)

ГОСТ 7746—2001.

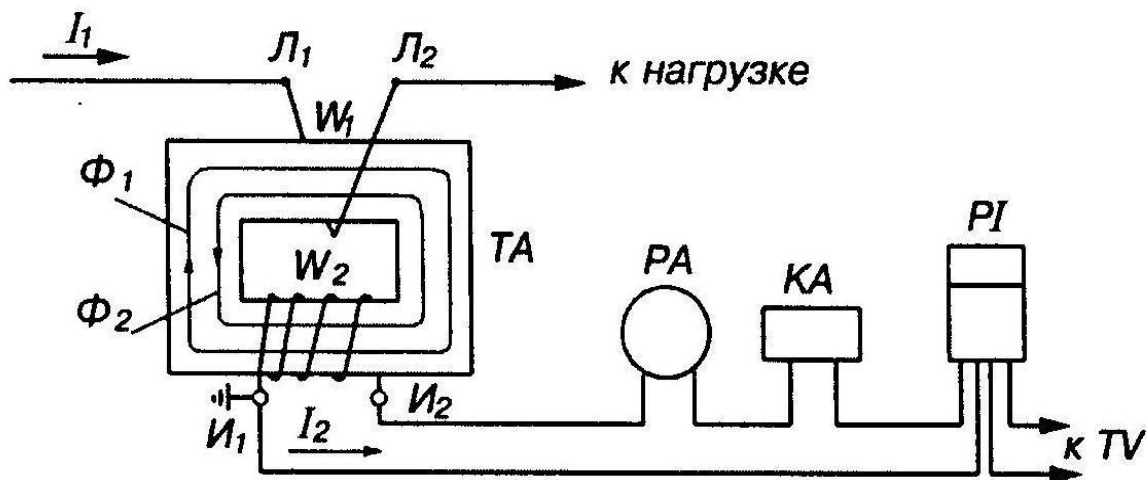


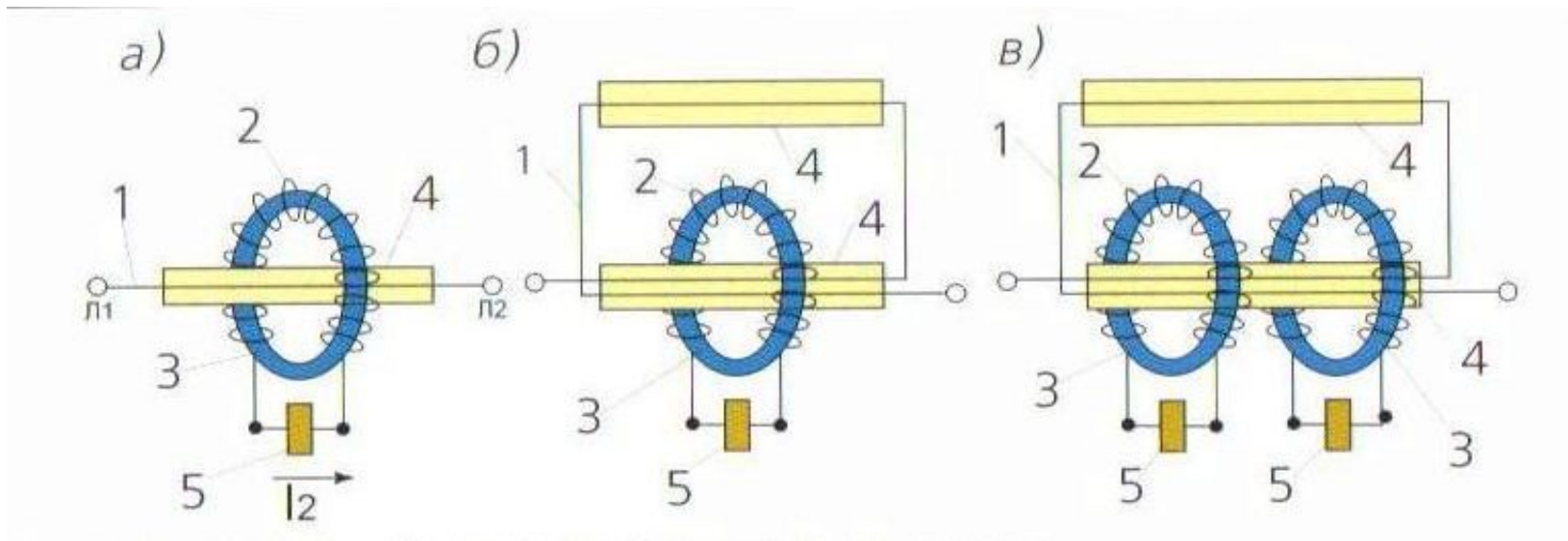
Схема включения трансформатора тока и подключения к нему приборов

Измерительные ТТ применяют в электроустановках переменного тока для питания токовых обмоток измерительных приборов и реле защиты, расширения пределов измерения приборов, изоляции их и реле от высокого первичного напряжения.

Предельно допустимые погрешности трансформаторов тока ГОСТ 7746—2001

Класс точности	Наибольшая погрешность	
	Токовая, %	Угловая, мин
0,2	$\pm 0,2$	± 10
0,5	$\pm 0,5$	± 30
1	± 1	± 60
3	± 3	не
10	± 10	нормируется

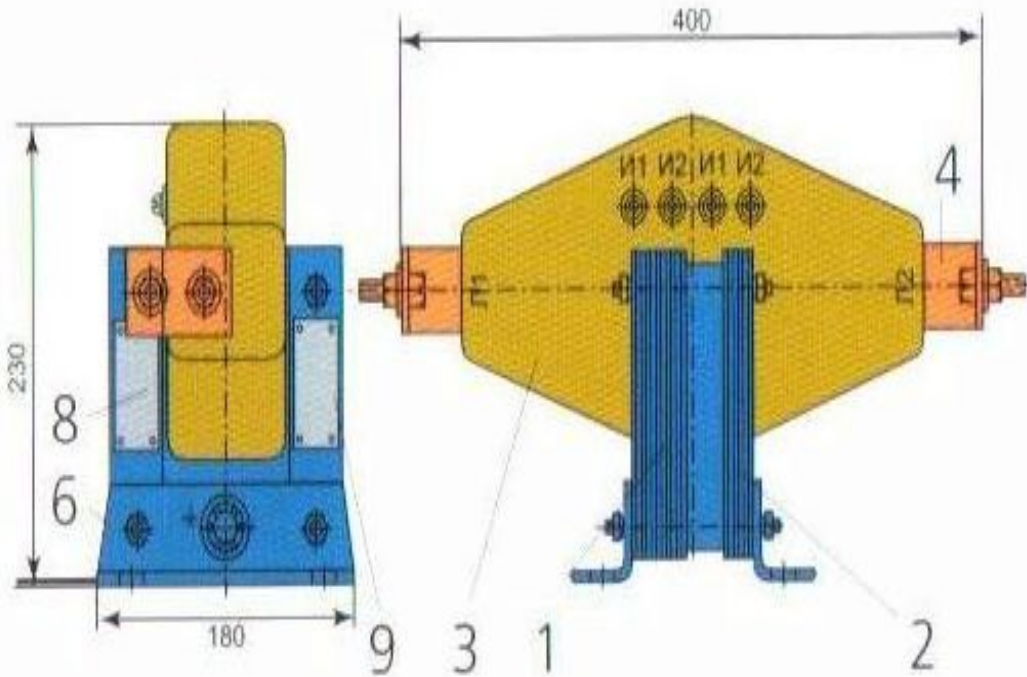
где K_{TA} – коэффициент трансформации трансформатора тока



Принцип устройства трансформаторов тока:

- а – одновитковый;
- б – многовитковый;
- в – многовитковый с двумя сердечниками;
- 1 – первичная обмотка;
- 2 – вторичная обмотка;
- 3 – сердечник;
- 4 – изоляция;
- 5 – обмотка прибора

Трансформатор тока ТПЛ-10



1 – сердечник Р;

2 – сердечник класса 0,5;

3 – литой корпус;

4 – выводы первичной обмотки;

5 – выводы вторичных обмоток;

6 – крепежный уголок;

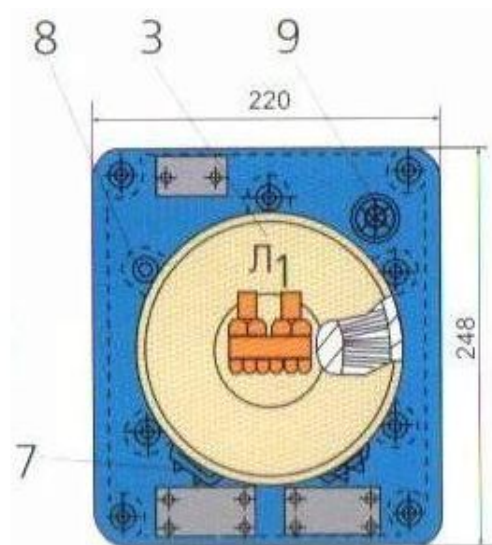
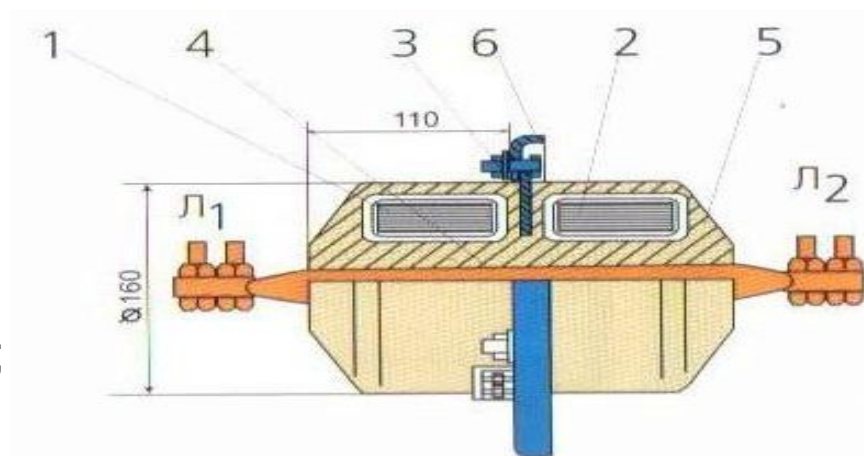
7 – заземляющий болт;

8 – паспортный щиток;

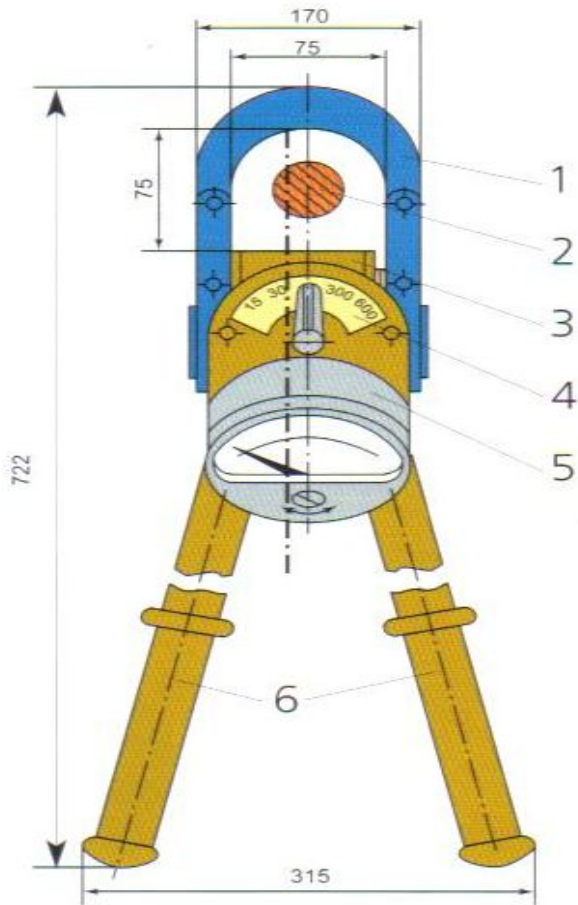
9 – предупредительная табличка

Трансформатор тока ТПОЛ-10

- 1 и 2 – сердечники;
- 3 – крепежное кольцо;
- 4 – стержень первичной обмотки;
- 5 – литой корпус;
- 6 – опорный фланец;
- 7 – выводы вторичных обмоток;
- 8 – выступы крепежного кольца;
- 9 – заземляющий болт



Токоизмерительные клещи Ц-90



1- разъемный сердечник;

2 – проводник (первичная обмотка);

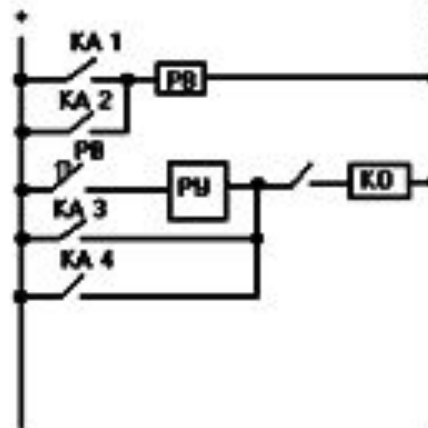
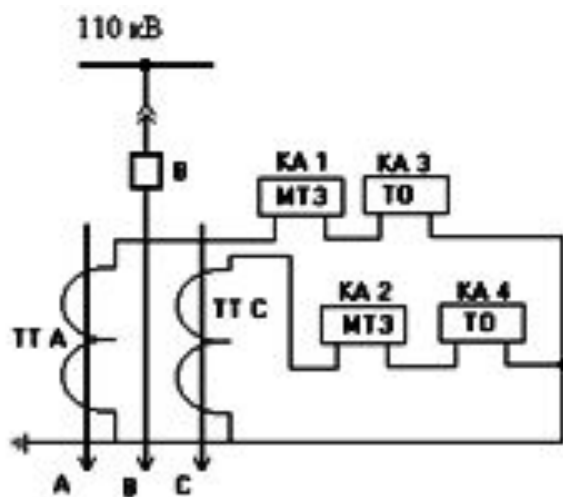
3 – вторичная обмотка;

4 – переключатель;

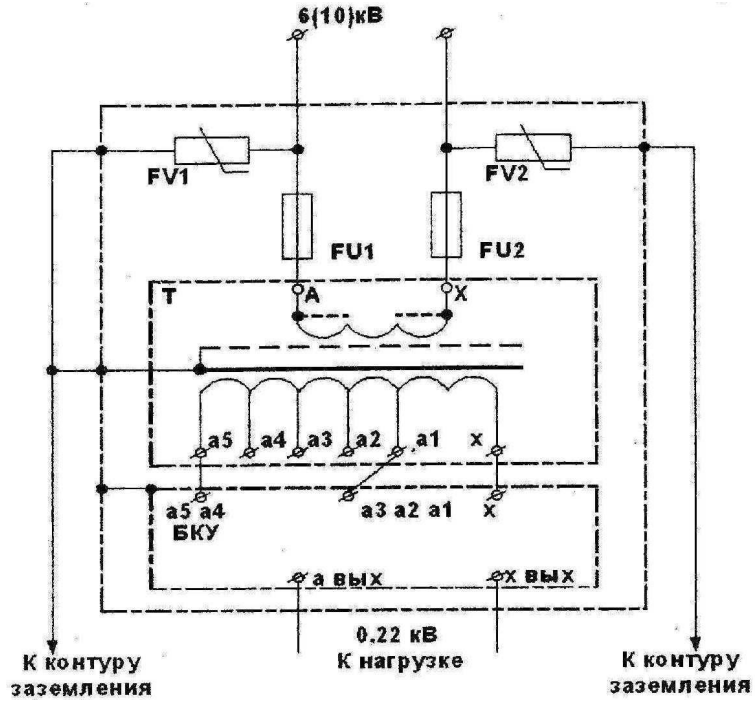
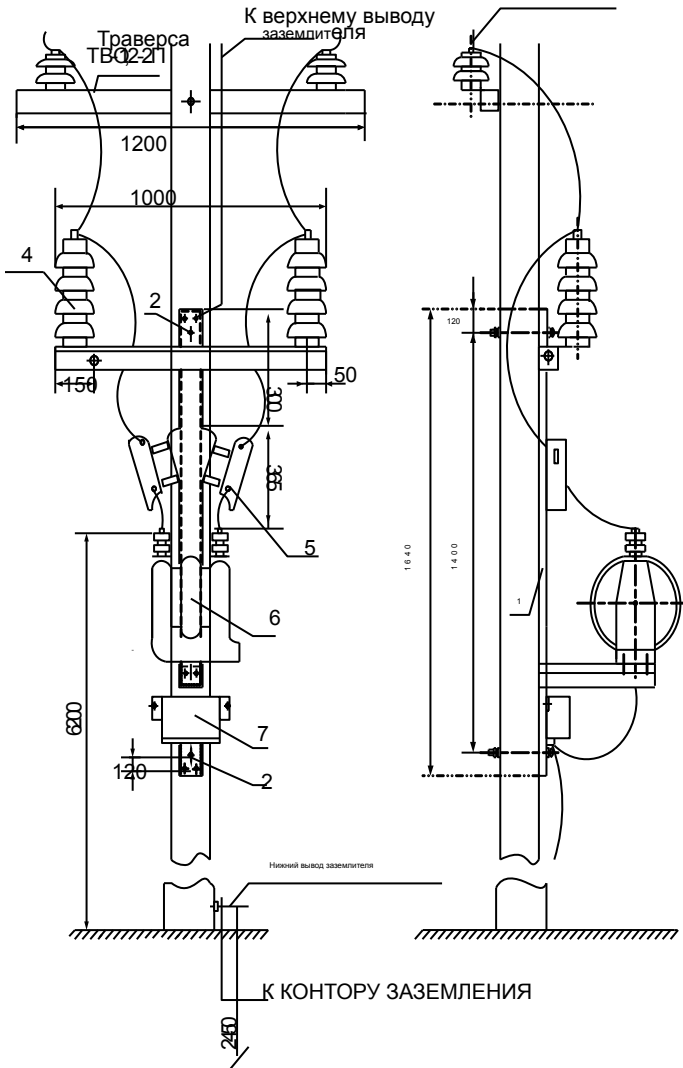
5 – амперметр;

6 – изолирующие ручки

Схемы МТЗ с выдержкой времени в сочетании с токовой отсечкой без выдержки времени



Трансформаторная подстанция КТПОЛ-1.25/10-У1



Трансформатор ОЛ – 1,25/10(6)-0,22У1 и ОМ – 0,66 кВА



Краткое описание.

Трансформатор ОЛ – 1,25/10(6)-0,22У1 для наружной установки с литой изоляцией. Мощность – 1,25 кВА.

Предназначен для приема и преобразования электрической энергии напряжением 10(6) кВ в напряжение 0,22 кВ и передачи её однофазным потребителям. Это оборудование нового поколения. Благодаря отличным характеристикам в настоящее время получил широкое распространение на ж/д транспорте. Трансформатор не требует обслуживания.



Краткое описание.

Трансформатор ОМ – 0,66 кВА для наружной установки с естественным масляным охлаждением. Предназначен для приема и преобразования электрической энергии напряжением 10(6) кВ в напряжение 0,22 кВ и передачи её однофазным потребителям. Это оборудование старого поколения, используется на участках до реконструкции. Трансформатор требует обслуживания.

Схема питания релейного шкафа от ВЛ СЦБ и ПЭС

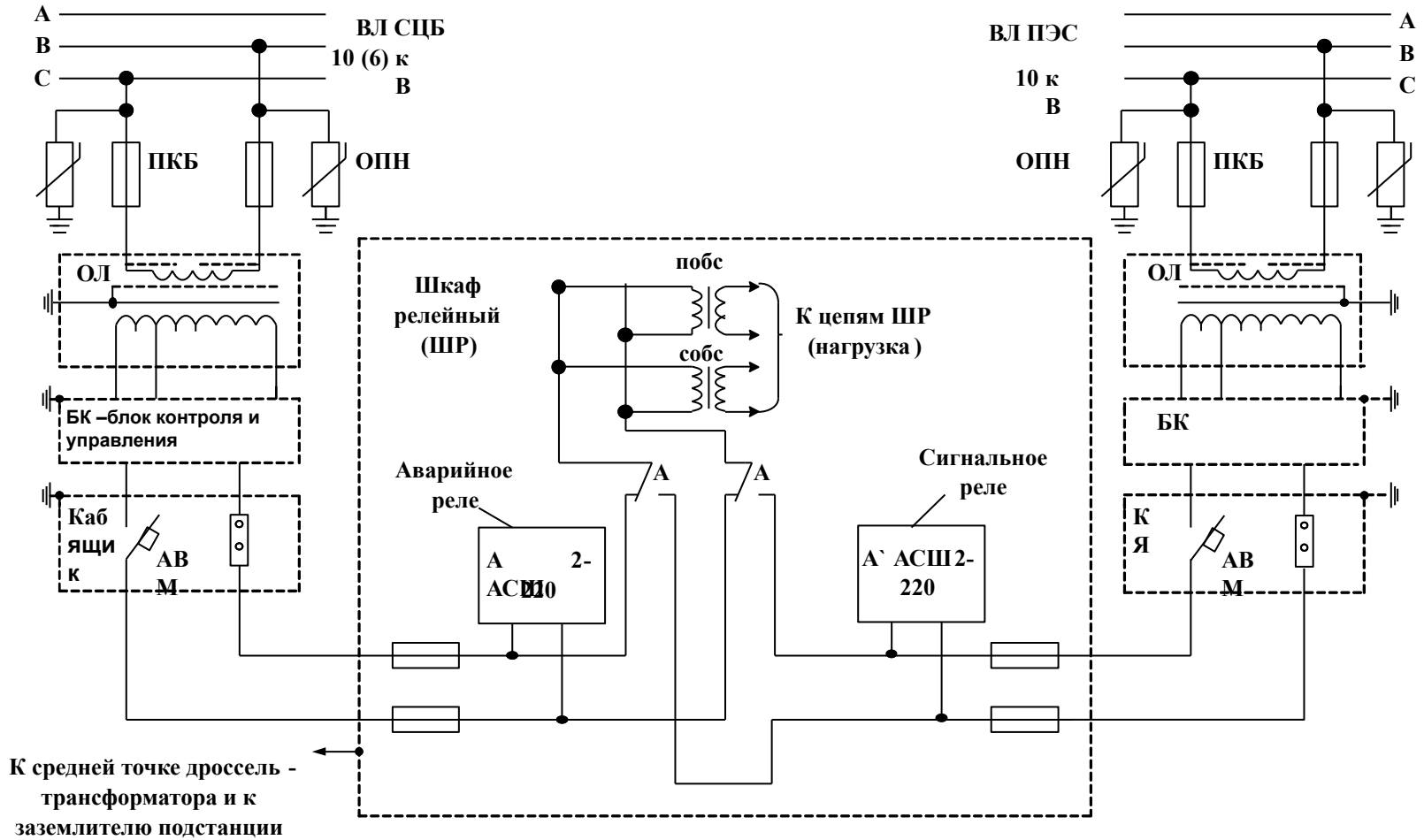
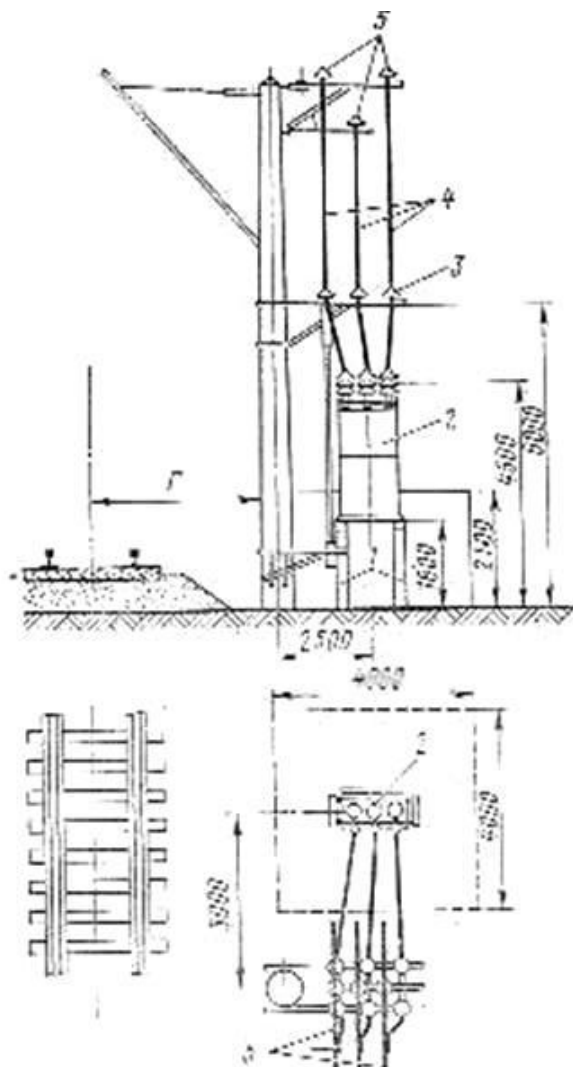
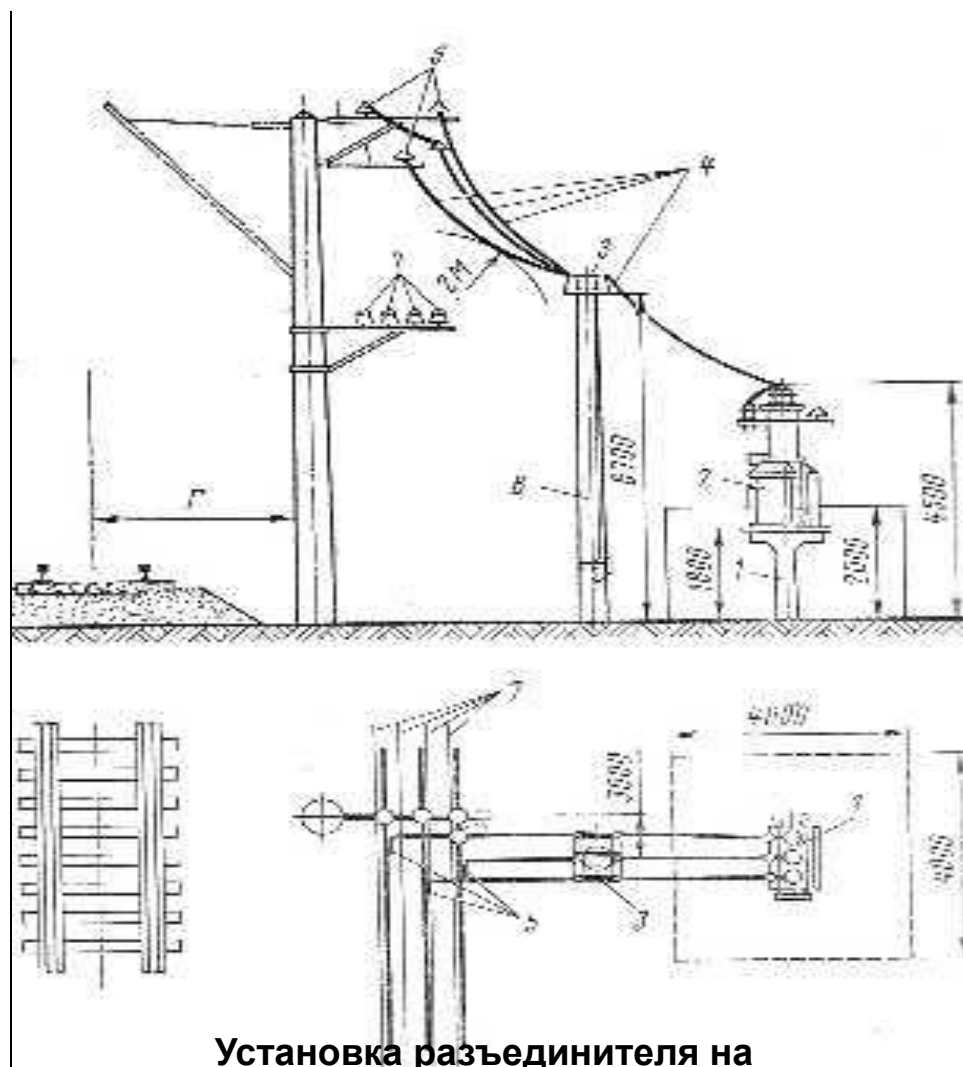


Схема подключения КТП к ВЛ ПЭ



Установка разъединителя на опоре контактной сети



Установка разъединителя на самостоятельной опоре

1- фундамент; 2- КТП; 3- разъединитель трехполюсный; 4- провода АС; 5- провода ВЛ 10 кВ;
6- железобетонная опора; 7- провода ВЛ 0,4 кВ

Схема установки и подключения КТП-25 к ВЛ ПЭ (вид сбоку)

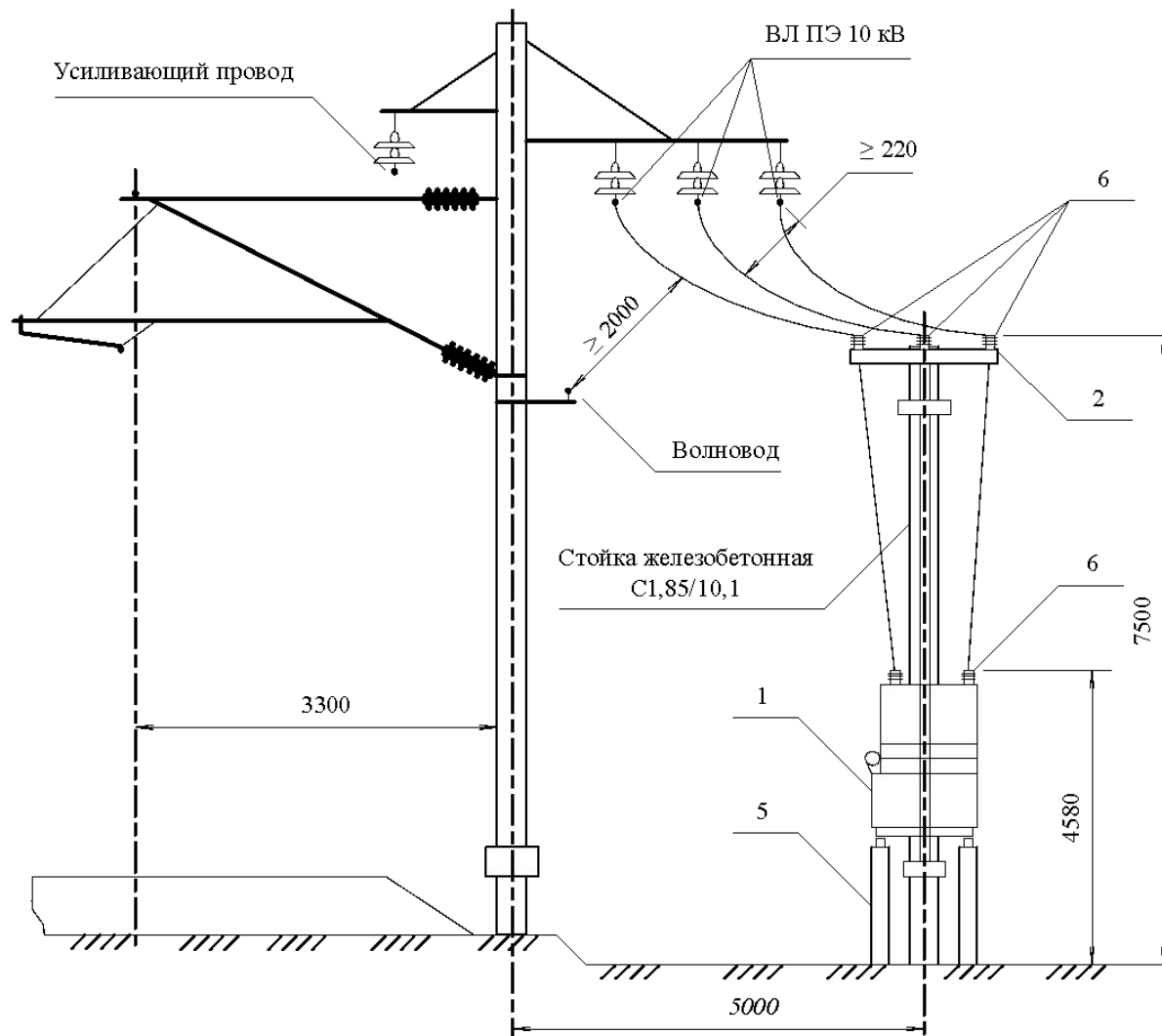
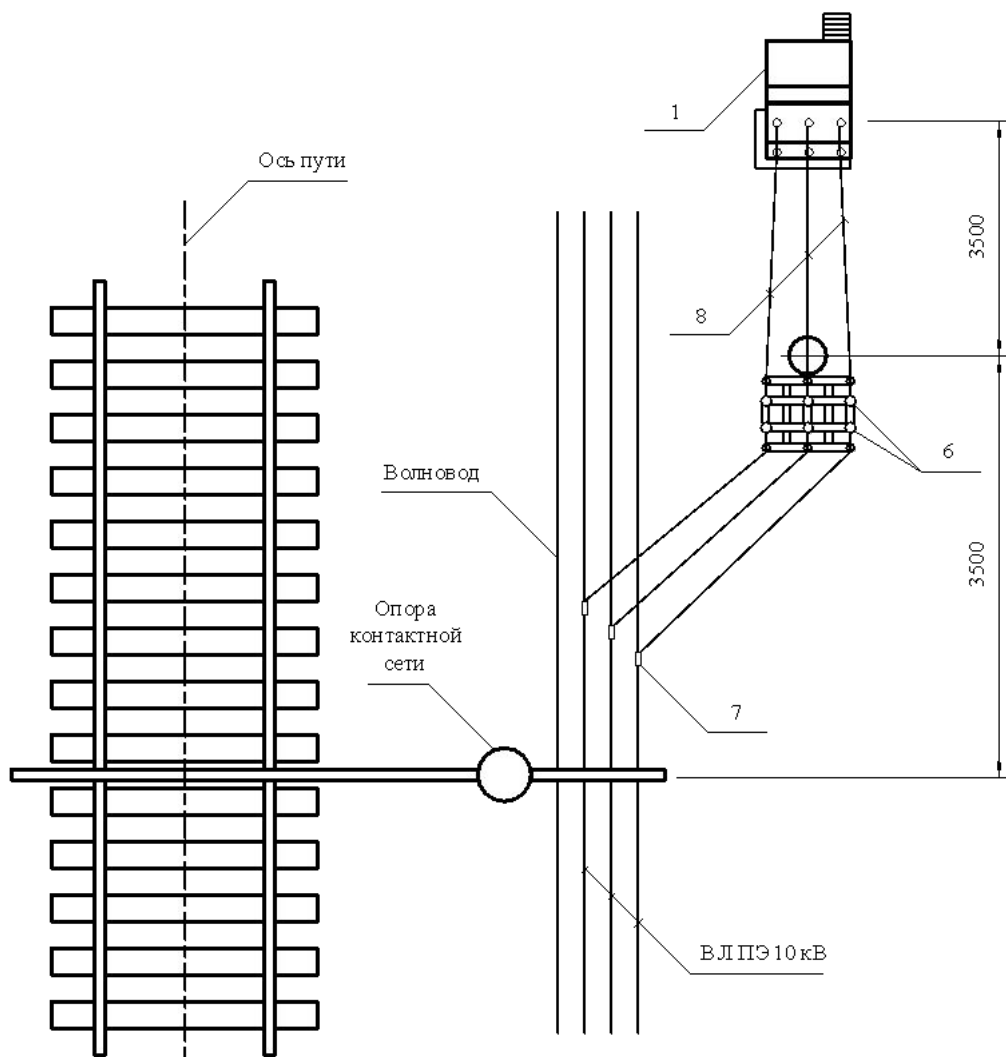
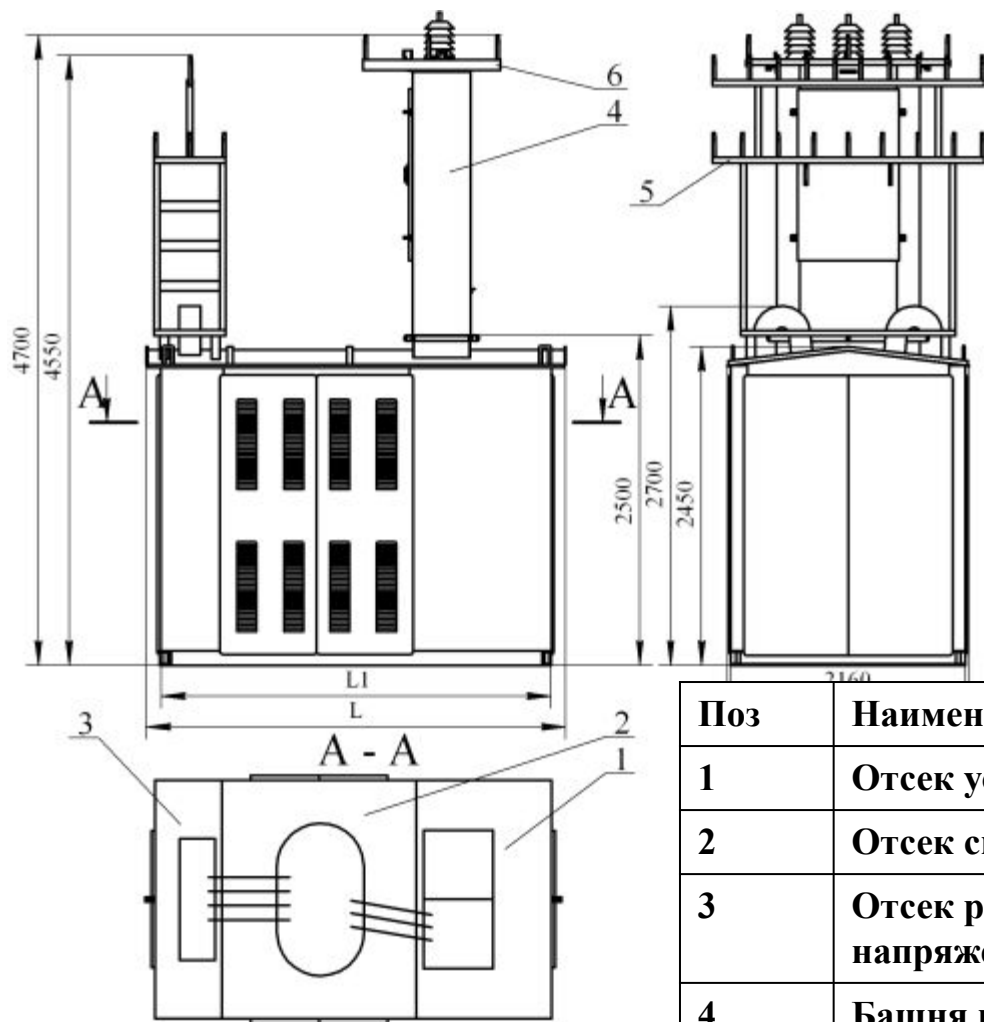


Схема установки и подключения КТП-25 к ВЛ ПЭ (вид сверху)



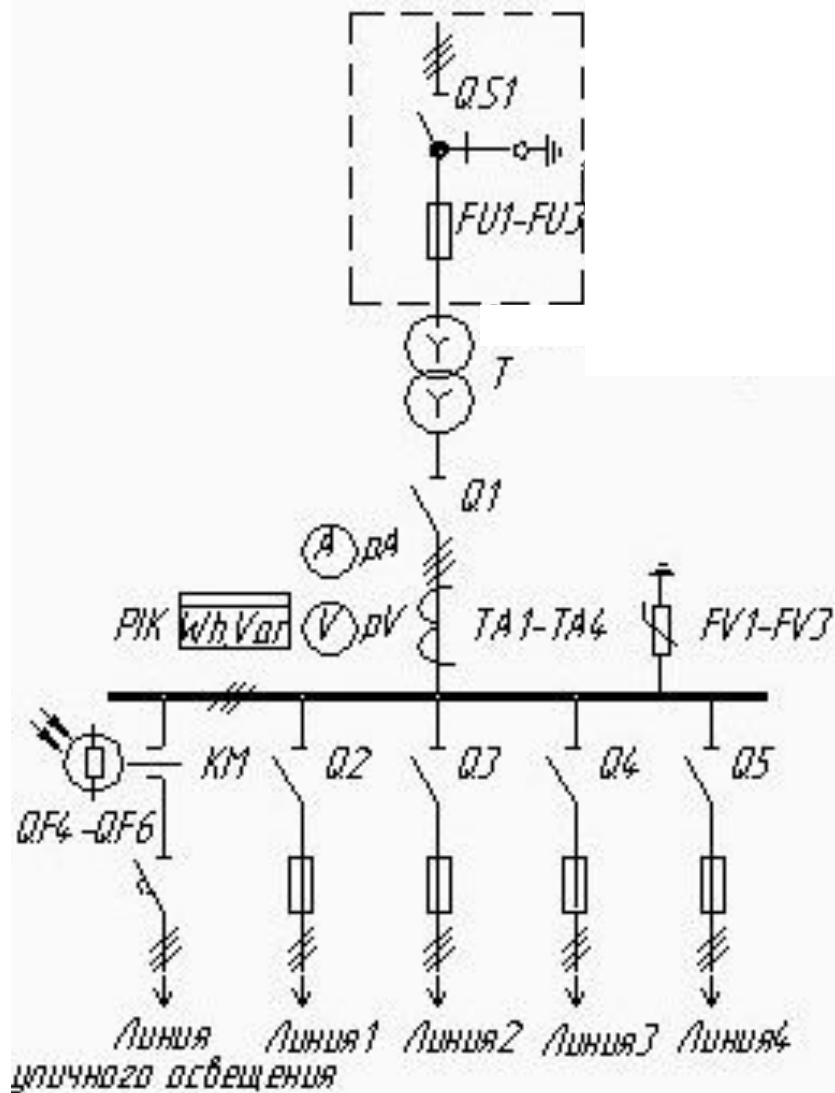
Обозначение	Наименование	Кол-во
1	Установка КТП-25 на приставках	1
2	Установка разъединителя РЛНД-10/400 с приводом ПР-2	1
3	Низковольтные кабельные вводы	1
4	Заземляющее устройство	1
5	Установка на приставках	1
6	Зажим аппаратный прессуемый	9
7	Зажим петлевой пласечный	3
8	Провод сталеалюминевый АС-50, м	30

Комплектная трансформаторная подстанция наружной установки тупикового типа напряжением 10/0,4 кВ, 400 кВА



Поз	Наименование
1	Отсек устройства высокого напряжения
2	Отсек силового трансформатора
3	Отсек распределительного устройства низкого напряжения
4	Башня высоковольтного воздушного ввода
5	Башня низковольтного воздушного ввода
6	Траверса башни высоковольтного воздушного ввода

Схема трансформаторной подстанции



СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА СТОРОНЕ 10кВ

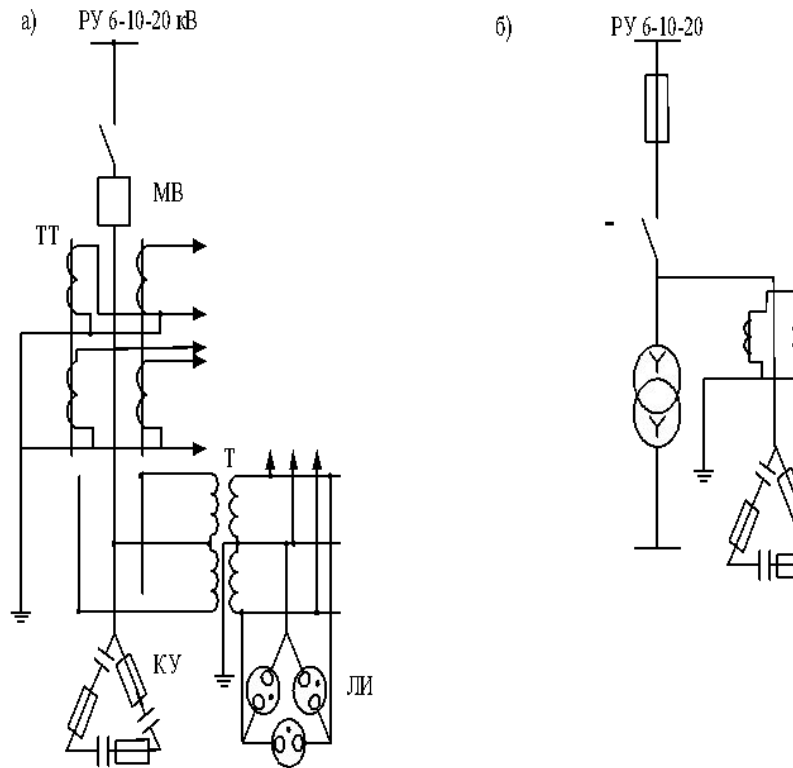
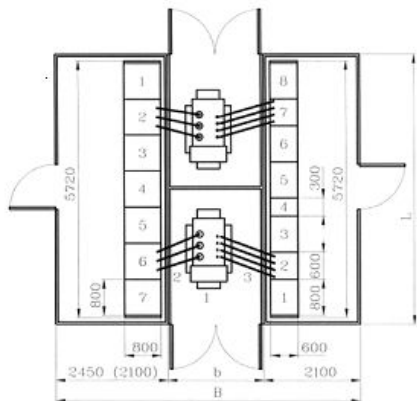
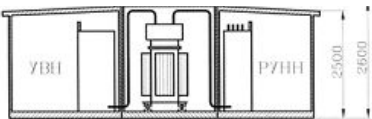
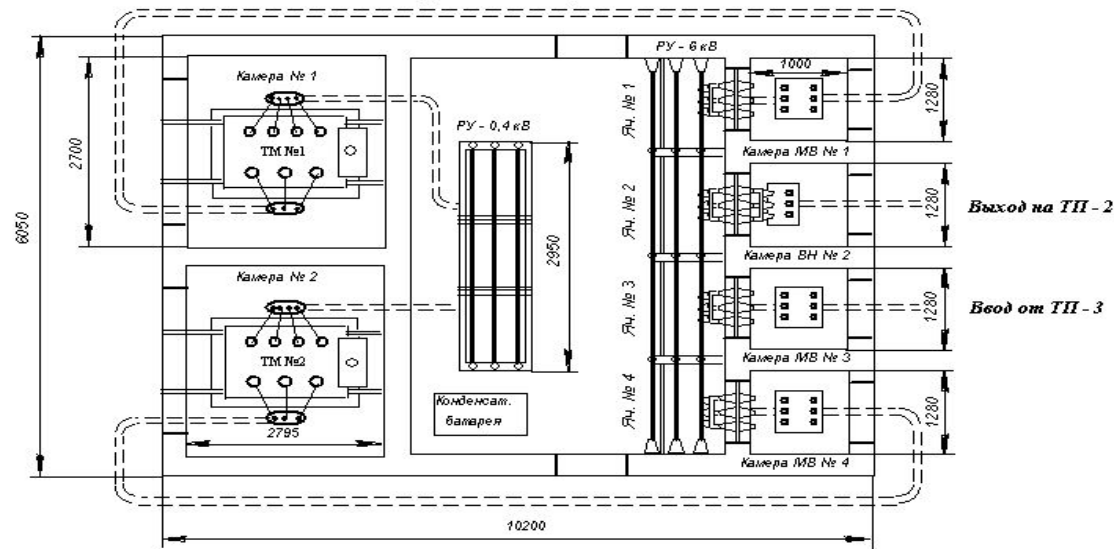


Схема включения батарей конденсаторов на стороне 10 кВ:

а) – с отдельным выключателем; б) – с выключателем нагрузки; ТН- трансформатор, используемый в качестве разрядного сопротивления для батарей конденсаторов

КТПНУ- комплектная трансформаторная подстанция наружной установки, климатическое исполнение - У

Конструктивный вид ТП - 4



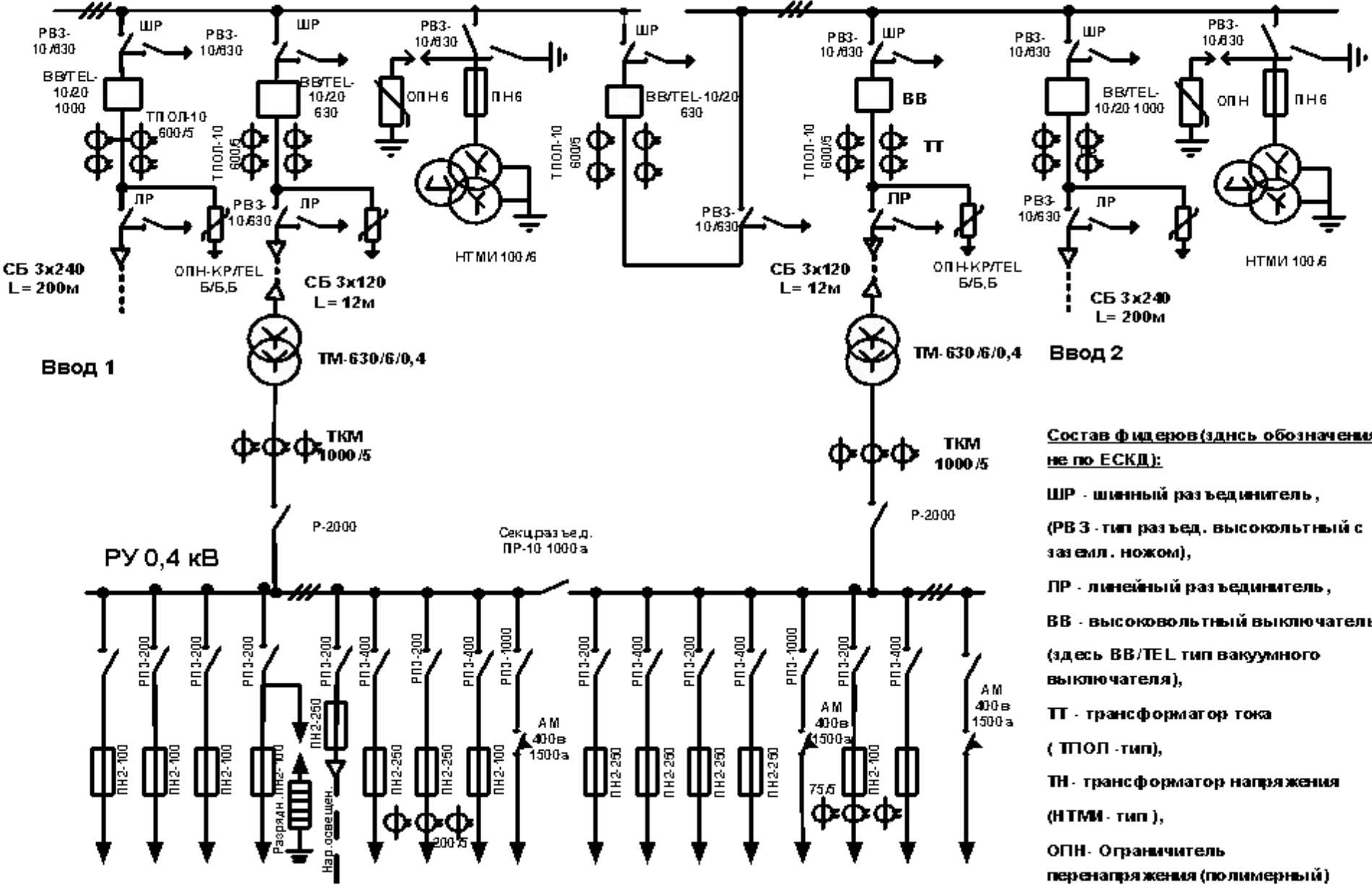
**Основные характеристики
2КТПНУ-630/6/0,4-2001**

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальная мощность, кВ·А	630
Тип КТП по назначению	Проходная
Выполнение высоковольтного ввода	Кабельное
Тип трансформаторов	Масляный
Номинальное напряжение:	
- на стороне высшего напряжения (ВН), кВ	6
Номинальный ток сборных шин на стороне НН, А	1000
- на стороне низшего напряжения (НН), кВ	0,4
Ток электродинамической стойкости (амплитуда):	
- на стороне ВН, кА	51
- на стороне НН, кА	50
Ток термической стойкости:	
- на стороне ВН, кА	20
- на стороне НН (в течении 0,5 сек), кА	25
Система собственных нужд (по заказу)	
- вентиляция	Естественная
- освещение	Внутреннее, внешнее, ремонтное
- отопление	$t_{min} + 5^{\circ}C$
- сигнализация	Пожарная, охранная
- учёт электроэнергии	Активной (реактивной по заказу)
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1 ВН	Нормальная
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 23
Степень огнестойкости по СНИП 2.01.02	II

Конструктивное исполнение 2КТПНУ-630/6/0,4-2001

Однолинейная схема ТП

РУ 6 кВ



Состав фидеров (здесь обозначения не по ЕСКД):

- ШР - шинный разъединитель,
- (РВЗ - тип разв.д. высоковольтный с заземл. ножом),
- ЛР - линейный разъединитель,
- ВВ - высоковольтный выключатель (здесь ВВ/ТЕЛ тип вакуумного выключателя),
- ТТ - трансформатор тока (ТПОЛ - тип),
- ТН - трансформатор напряжения (НТМИ - тип),
- ОПН - Ограничитель перенапряжения (полимерный)

СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Кольцевая схема
питания
потребителей
I категории ж.д.
станции

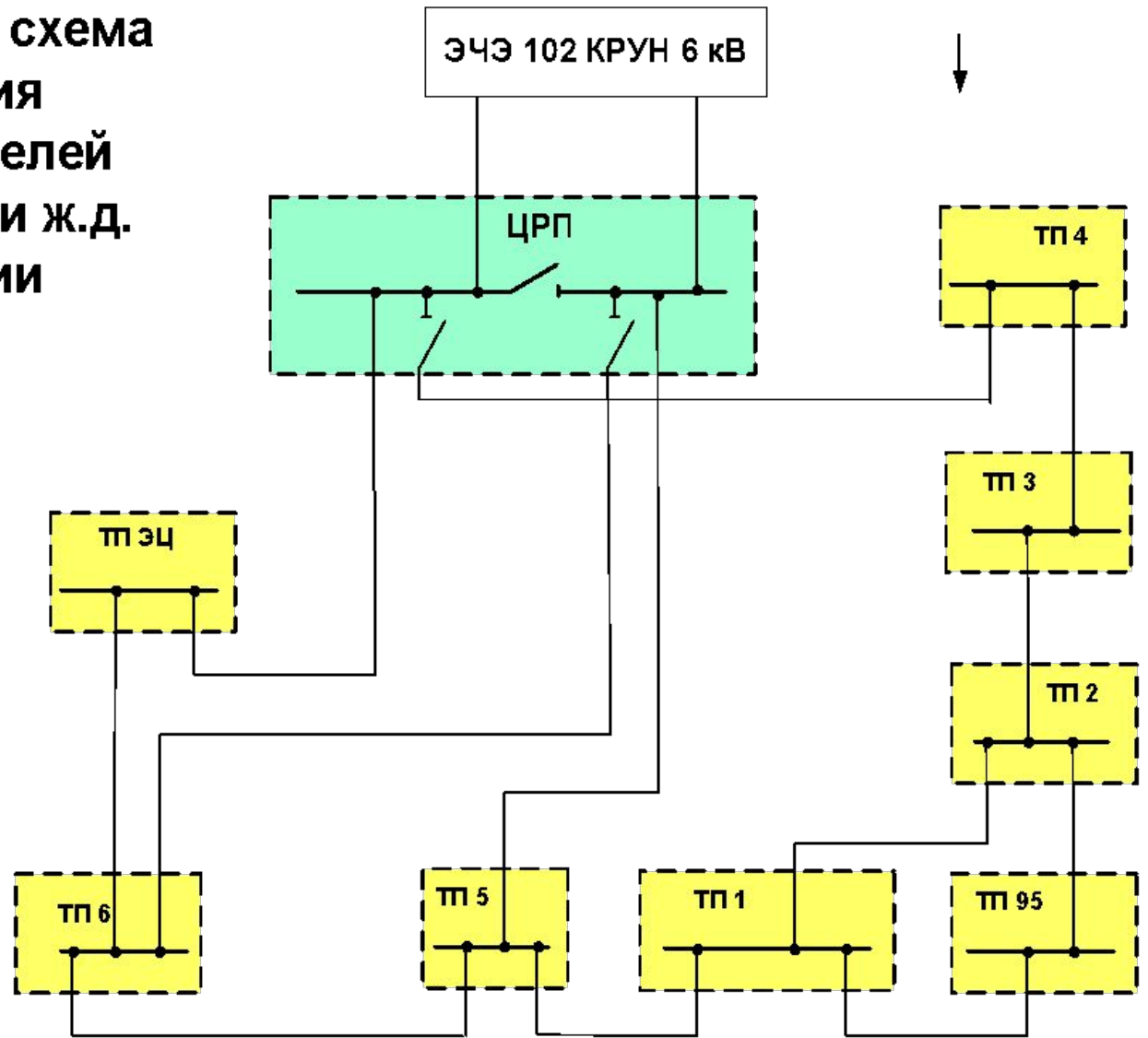
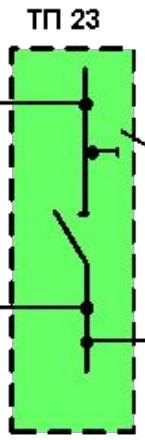
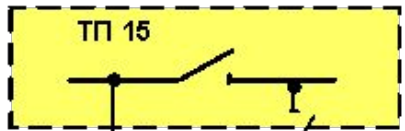
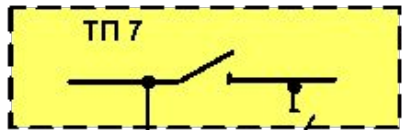
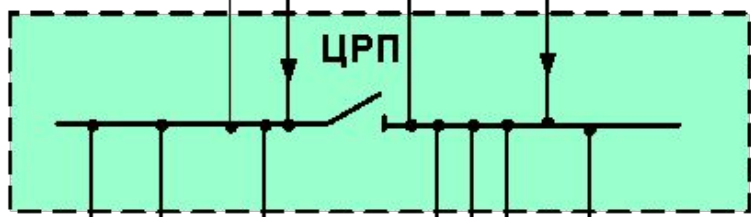
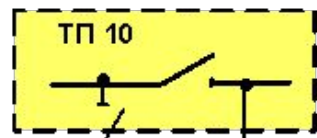
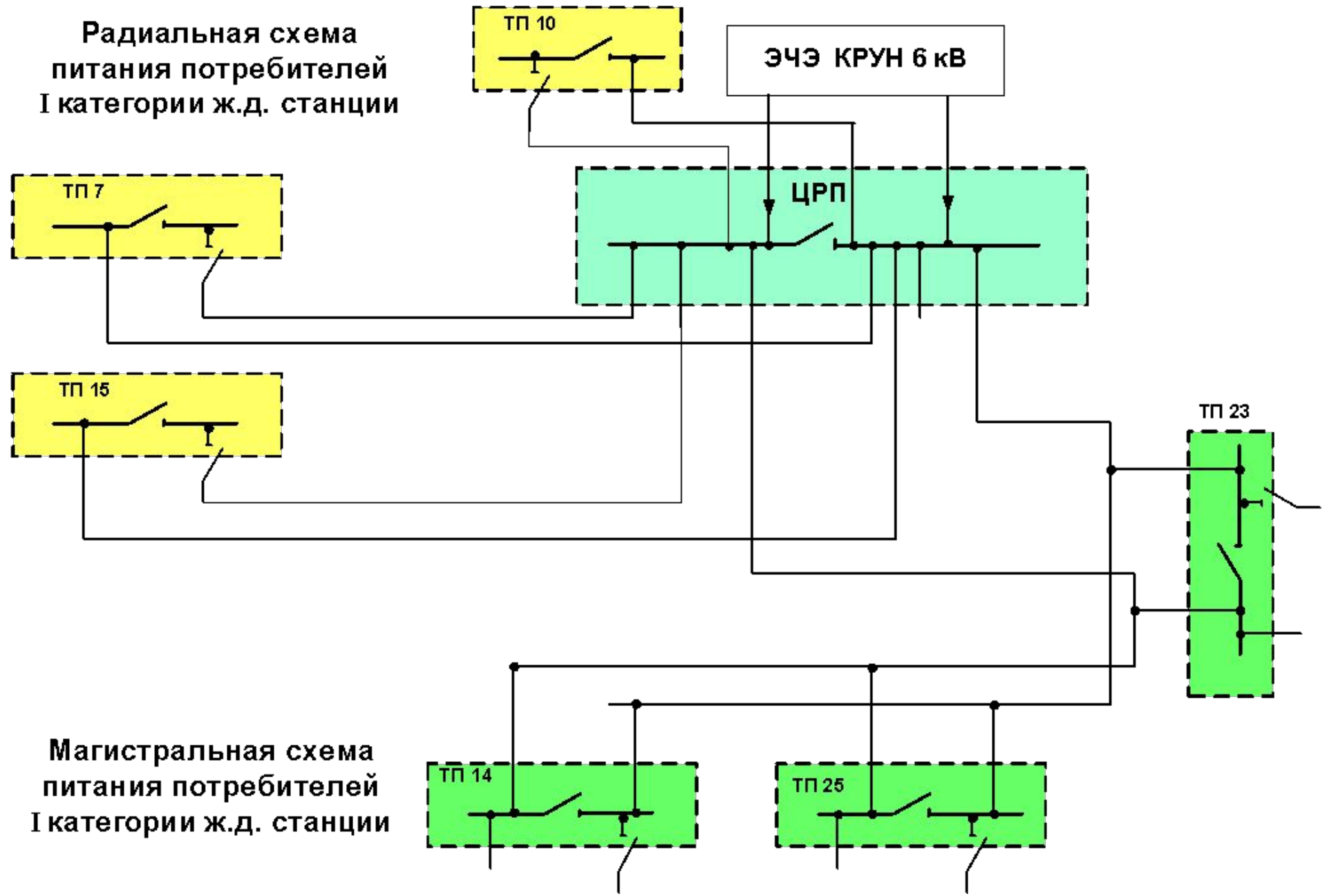
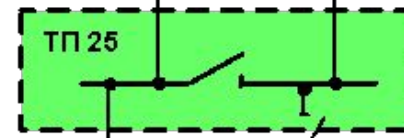
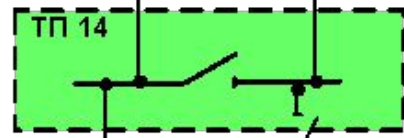


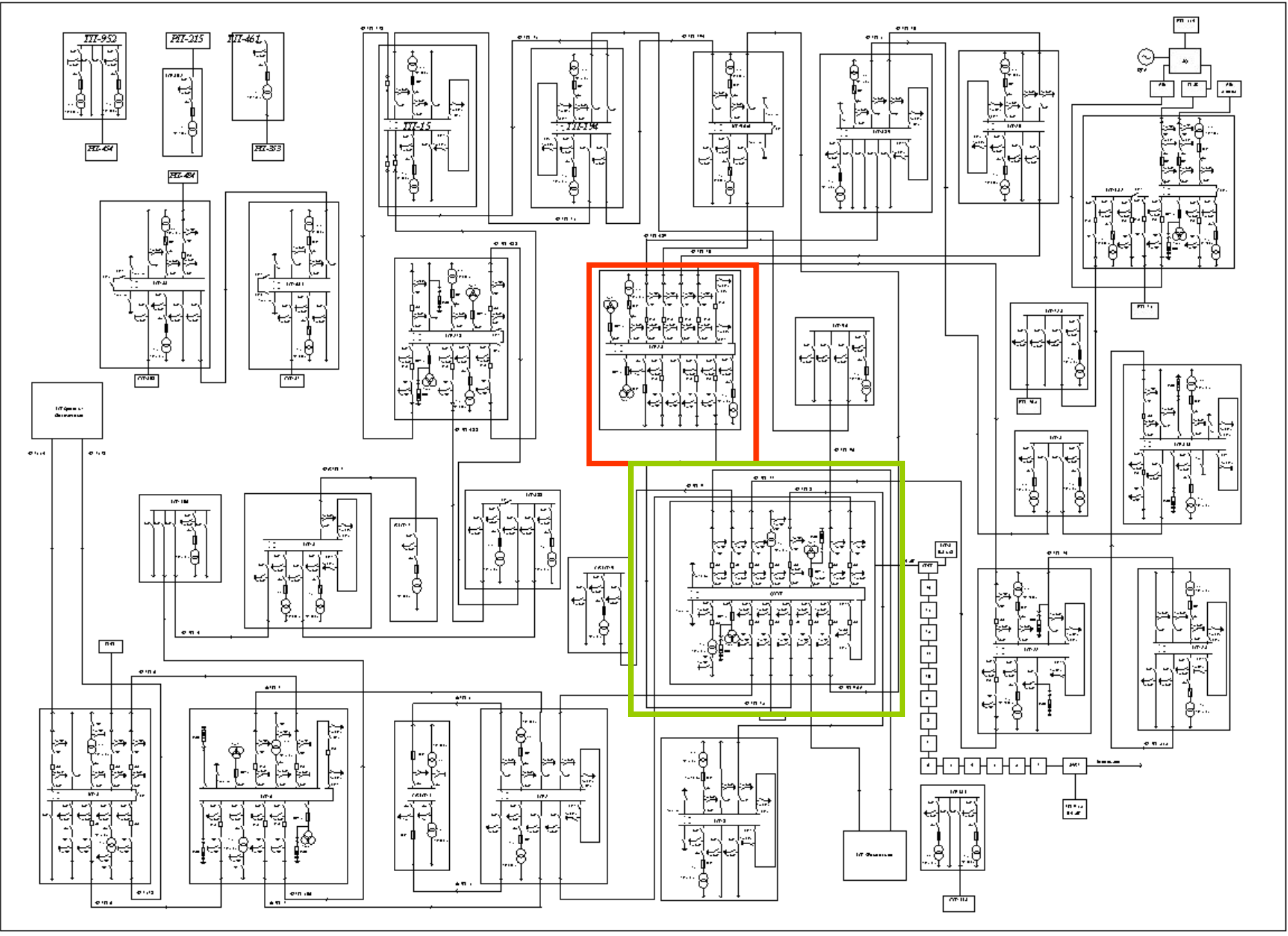
СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Радиальная схема
питания потребителей
I категории ж.д. станции



Магистральная схема
питания потребителей
I категории ж.д. станции





ОДНОЛИНЕЙНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КРУПНОГО Ж.Д. УЗЛА

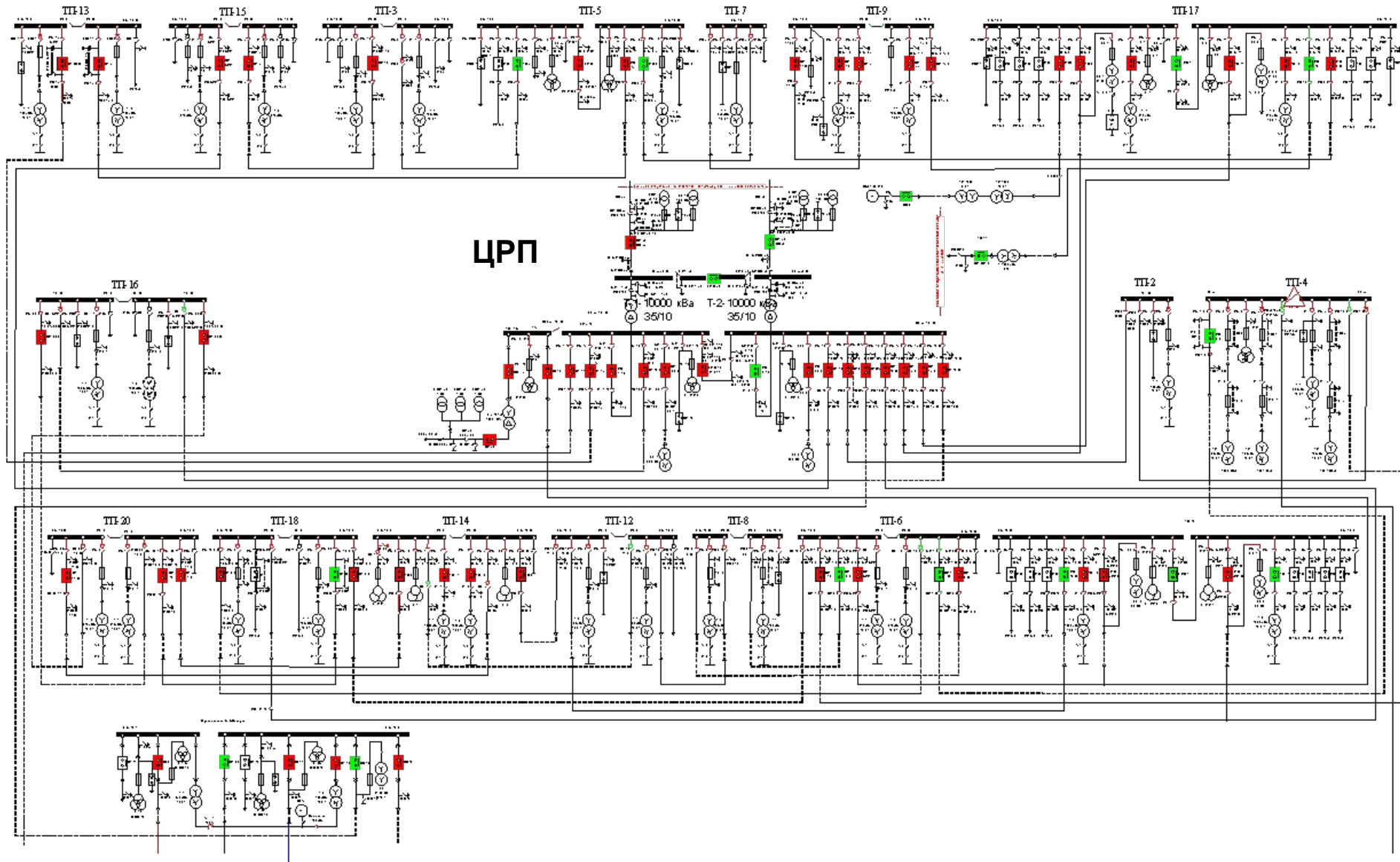


СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЛЕНИЯ ТП ЮГО - ВОСТОЧНАЯ

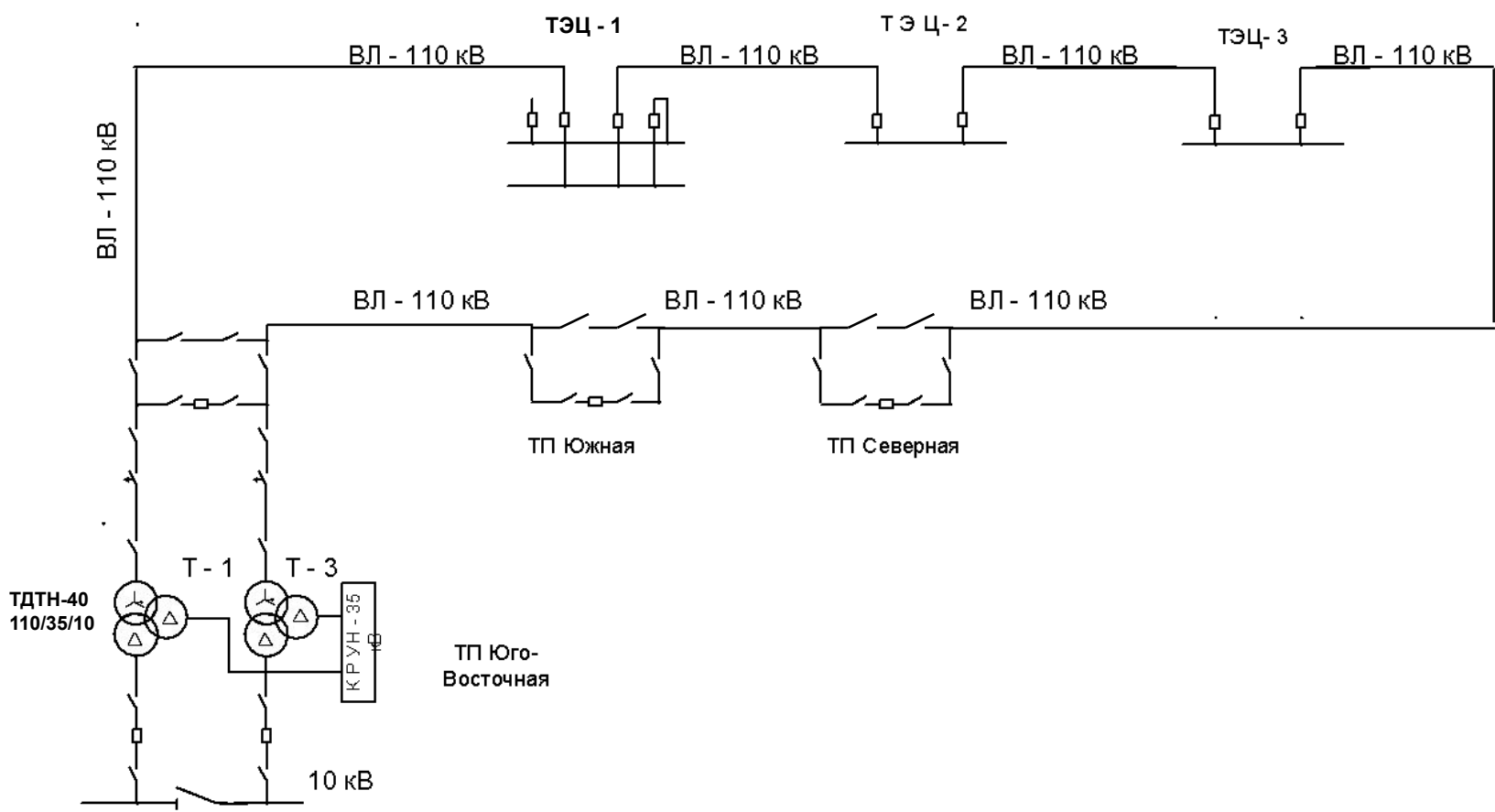
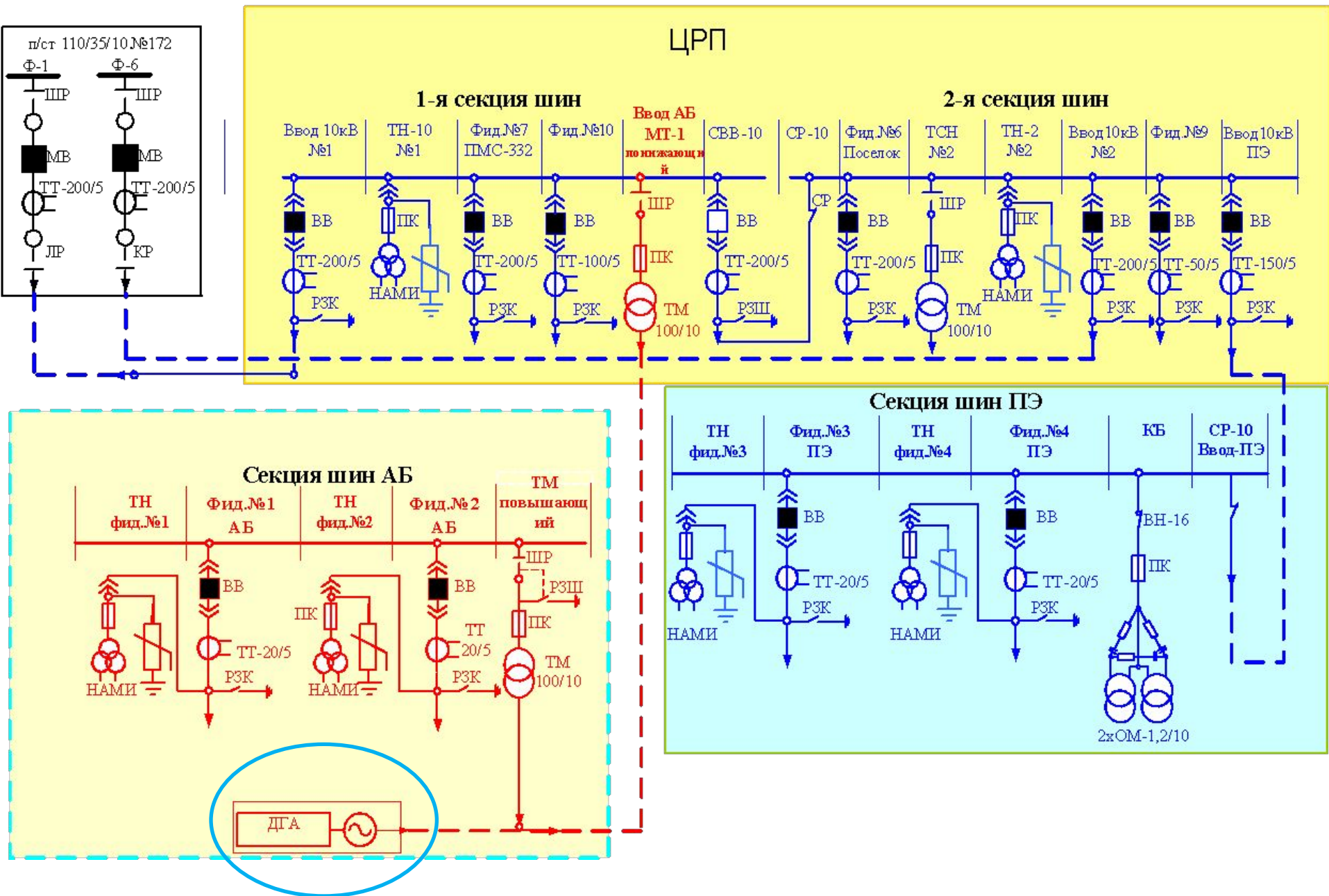


Схема ЦРП неэлектрифицированной станции



Распределительные устройства подстанций

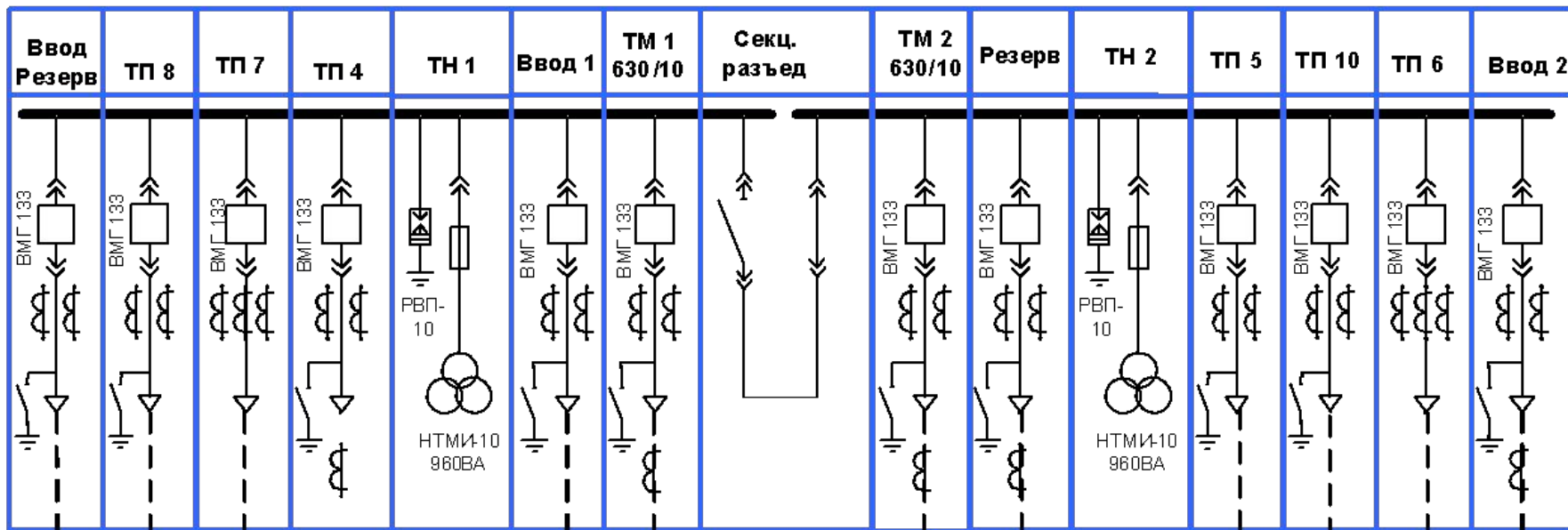
Различное оборудование одного класса напряжения на тяговых и трансформаторных подстанциях образуют функциональные устройства –распределительные устройства (РУ).

В зависимости от конструктивного выполнения РУ делятся на внутренние (закрытого типа - ЗРУ) и наружные (открытого типа – ОРУ). Аппаратура ЗРУ размещается в зданиях или комплектных распределительных устройствах (КРУ) и, следовательно, защищена от различных атмосферных воздействий. В ОРУ аппаратура устанавливается на вне зданий, поэтому она требует защитных корпусов и кожухов для защиты от внешних воздействий, а также электрического подогрева в зимнее время.

ОДНОЛИНЕЙНАЯ СХЕМА ЦРП

2 секция шин

1 секция шин



ЭЧЭ-102
СБ-3x240
450 м

ТП 5
СБ-3x240

ЭЧЭ-102
СБ-3x240
450 м

ТП 7
СБ-3x240

ТП 10
СБ-3x240

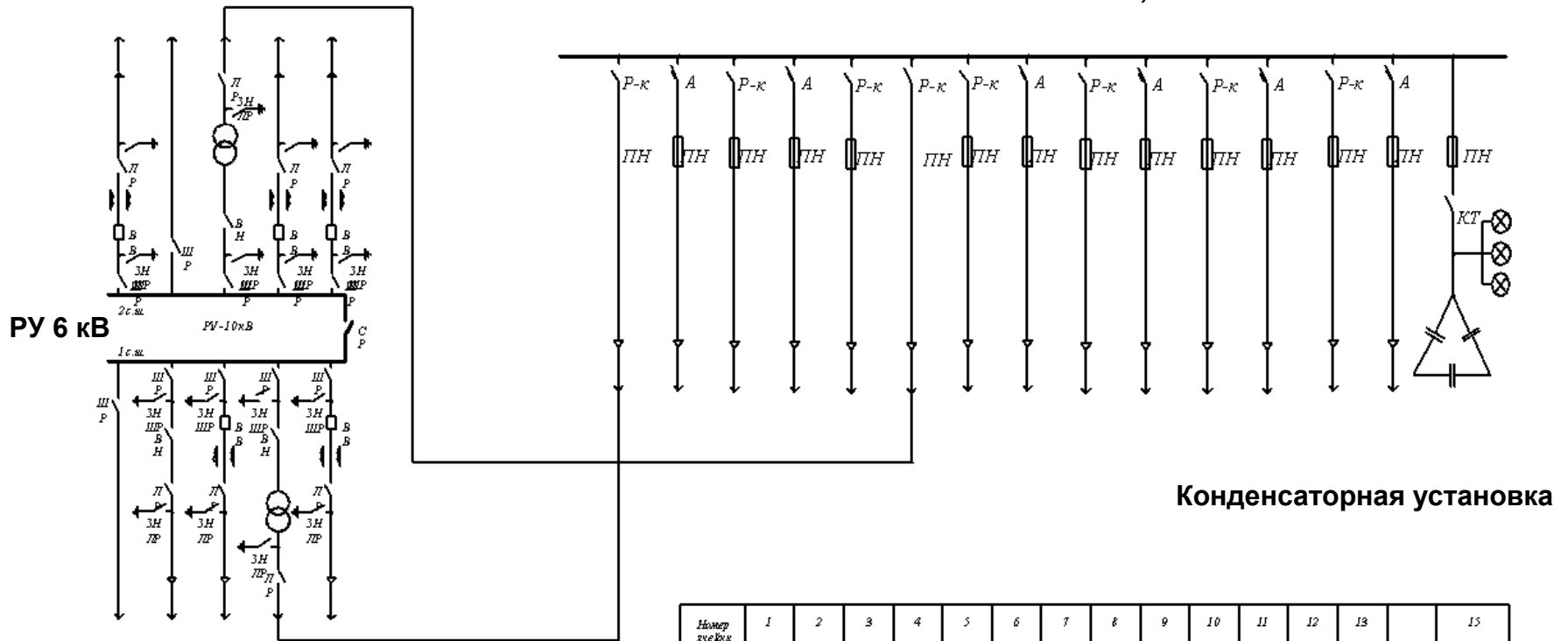
ТП 6
СБ-3x240

Фидера с выкатными
элементами КРУ

ОДНОЛИНЕЙНАЯ СХЕМА ТП 11

Кабель (марка, тип)	АСБ 3*120 l=700 м		АСБ 3*120 l=18 м	АСБ 3*120 l=25 м	АСБ 3*120 l=130 м
Линейные, штырь устройства	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600
Силовой выключатель с устройством	ВВ-ТЕЛ-10 кВ			ВВ-ТЕЛ-10 кВ	ВВ-ТЕЛ-10 кВ
Номер ячейки	1	2	3	4	5

РУ 0,4 кВ

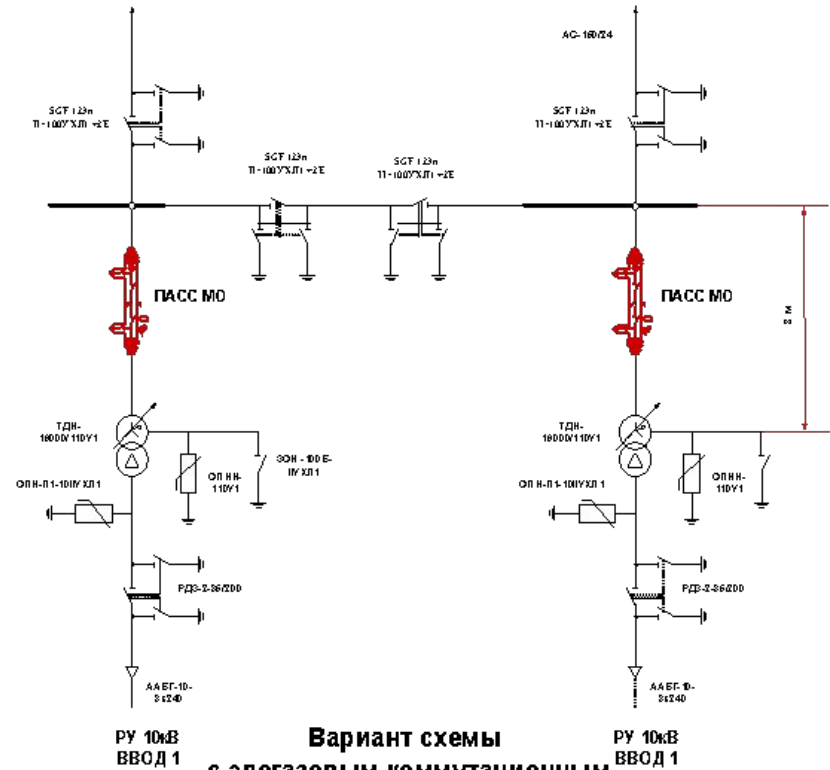
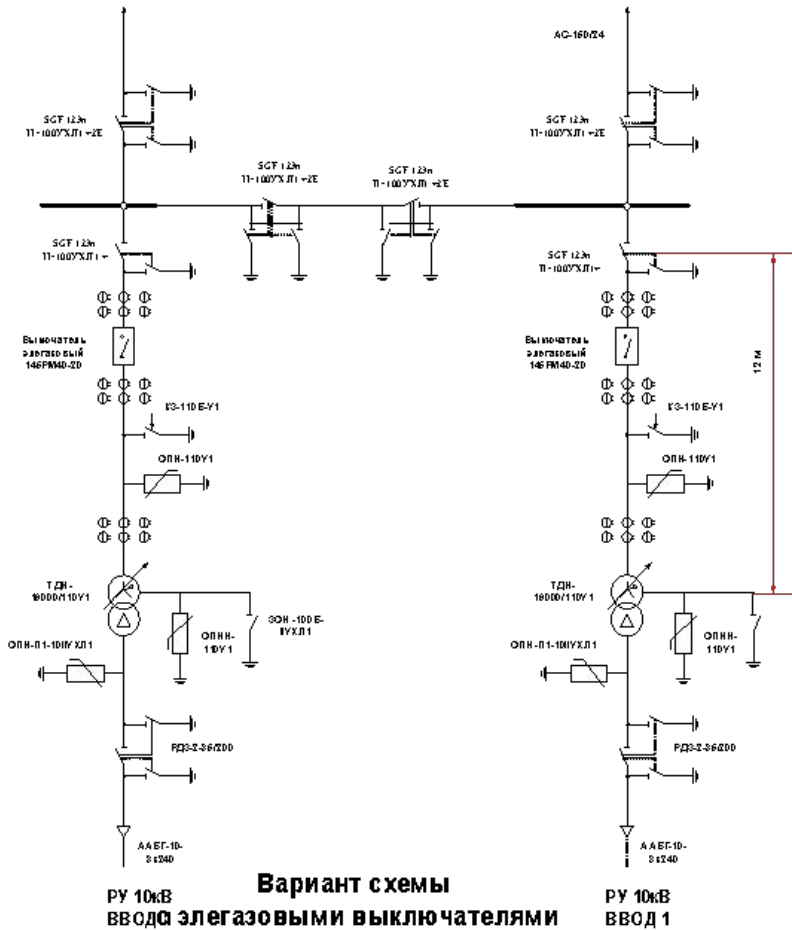


Конденсаторная установка

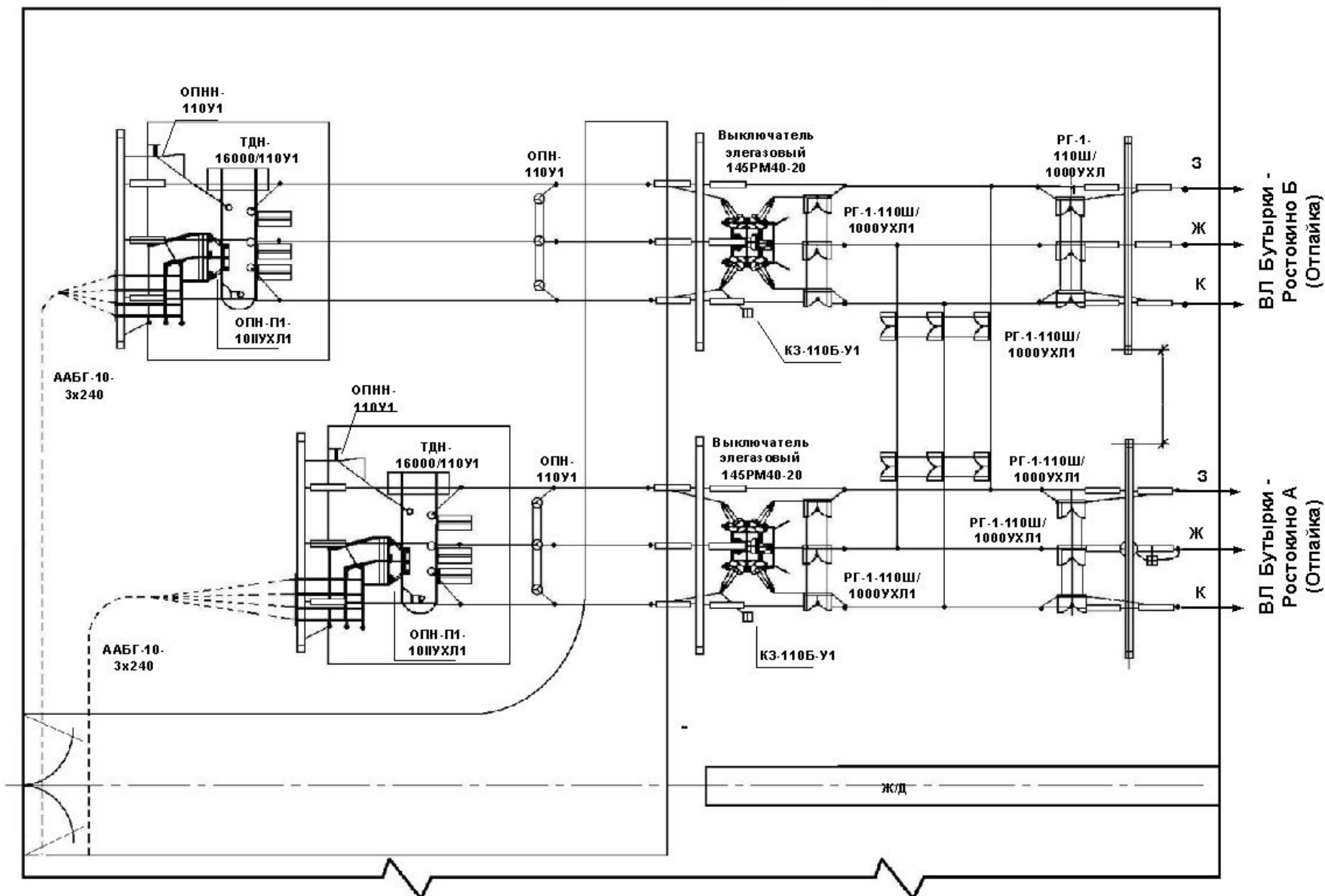
Номер ячейки	10	9	8	7	6
Наименование фидера	10		III	Г-2	III
Силовой выключатель			ВВ-ТЕЛ-10 кВ		ВВ-ТЕЛ-10 кВ
Линейные, штырь устройства	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600	РВЗ-10/600
Кабель (марка, тип)			АСБ 3*120 l=123 м	АСБ 3*120 l=14 м	АСБ 3*120 l=700 м

Номер гнезда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		15
Наименование фидера	Г-2	III	III	хран	ЭЧК	Г-1		ДОП сигнал	№6	ЭЧК			14	III АБ	КУ
Руководящие данные	РВЗ 1000 А 500 В	Р-к 250 А 500 В	Р-к 250 А 500 В	Р-к 250 А 500 В	Р-к 250 А 500 В	Р-к 250 А 500 В	Р-к 200 А 500 В	Р-к 200 А 500 В				Р-к 200 А 500 В	Р-к 200 А 500 В	Р-к 200 А 500 В	
Предохранитель	ПН-2 400	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 400	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	ПН-2 250	
Выключатель автоматический						РМ 1000		АВМ 600	АВМ 600						АВМ 600
Кабель (марка, тип)		АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 25		АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 16	АВВГ 3*25+1* 25					АВВГ 3*25+1* 25
		l=58 М	l=280 М	l=60 М	l=360 М			l=15 М	l=15 М	l=430 М					l=30 М

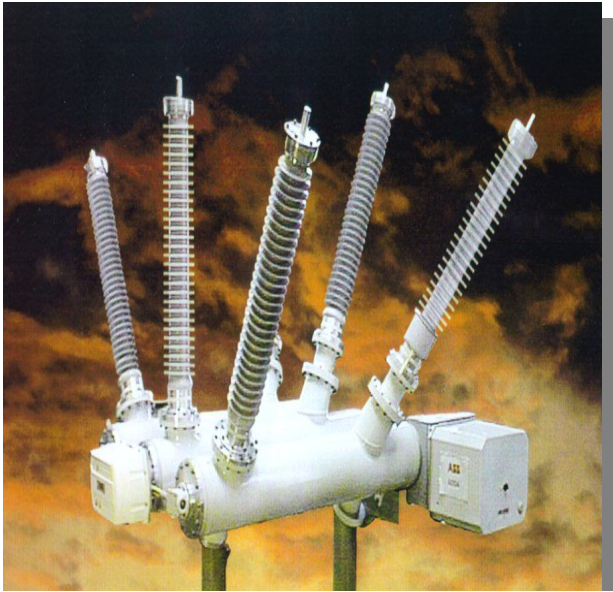
ОДНОЛИНЕЙНАЯ СХЕМА ОРУ 110 кВ ПОДСТАНЦИИ



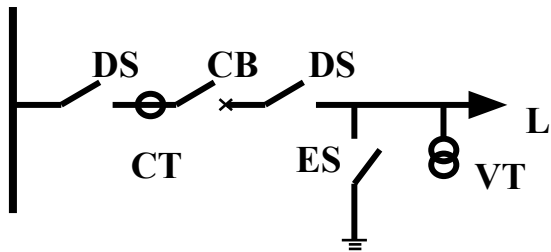
ОРУ 110 КВ. ВИД СВЕРХУ



ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ 110 кВ



ПАСС МО



Обозначение:

выключатель -

трансформатор напряжения -

разъединитель -

CB

VT

DS

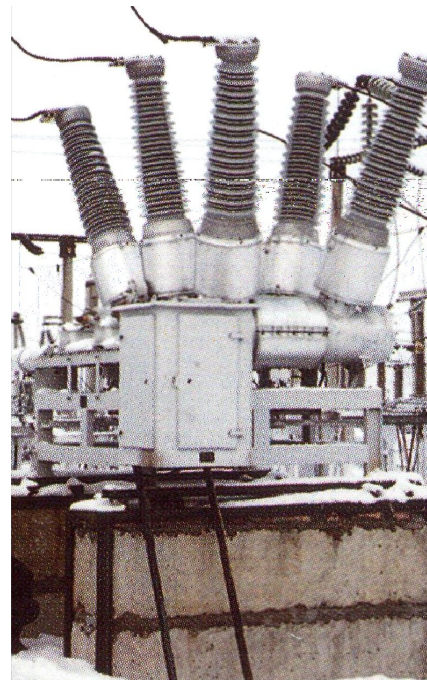
трансформатор тока - CT

линия -

заземлитель -

L

ES

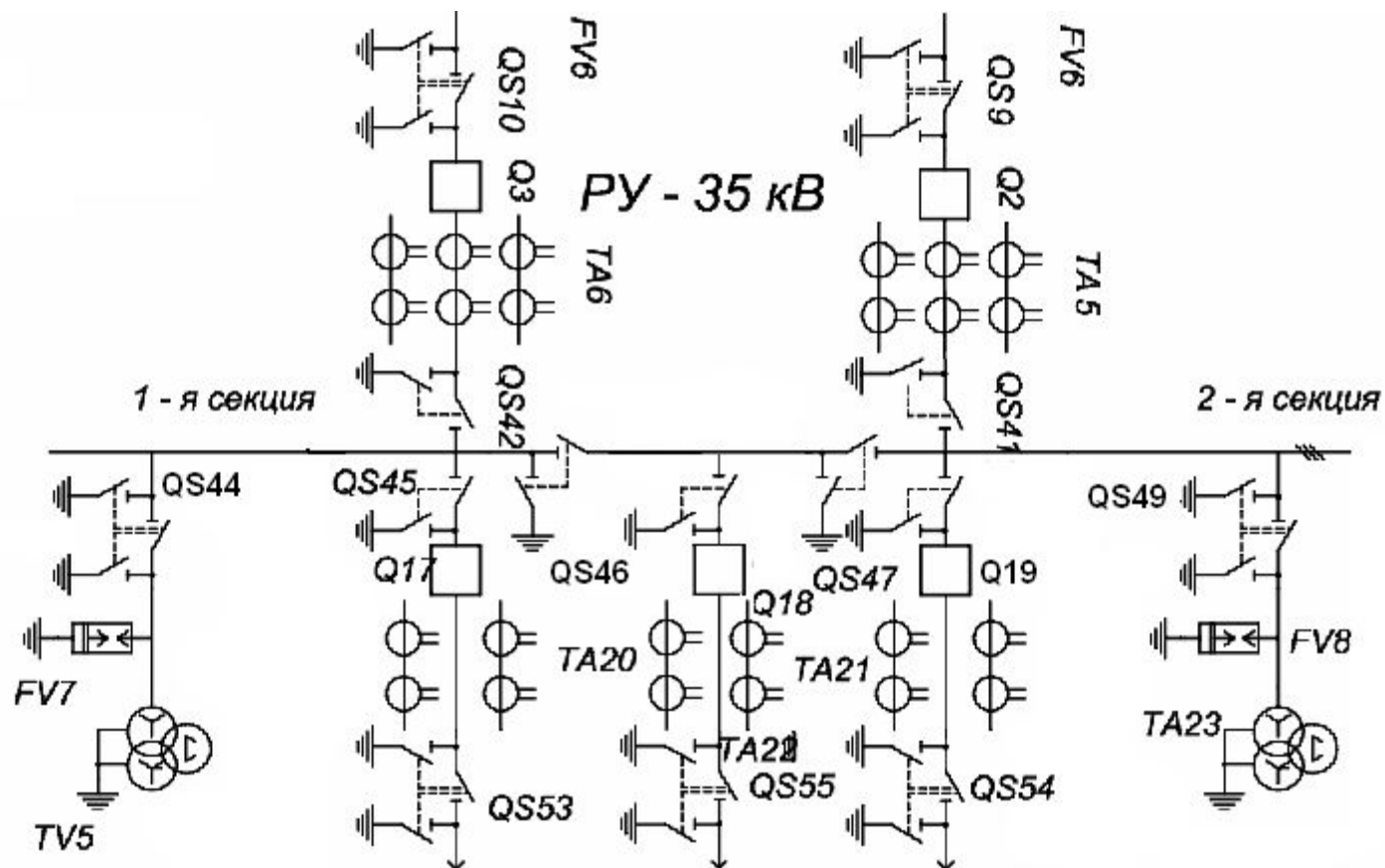


**Выключатель
элегазовый
145PM40-20**



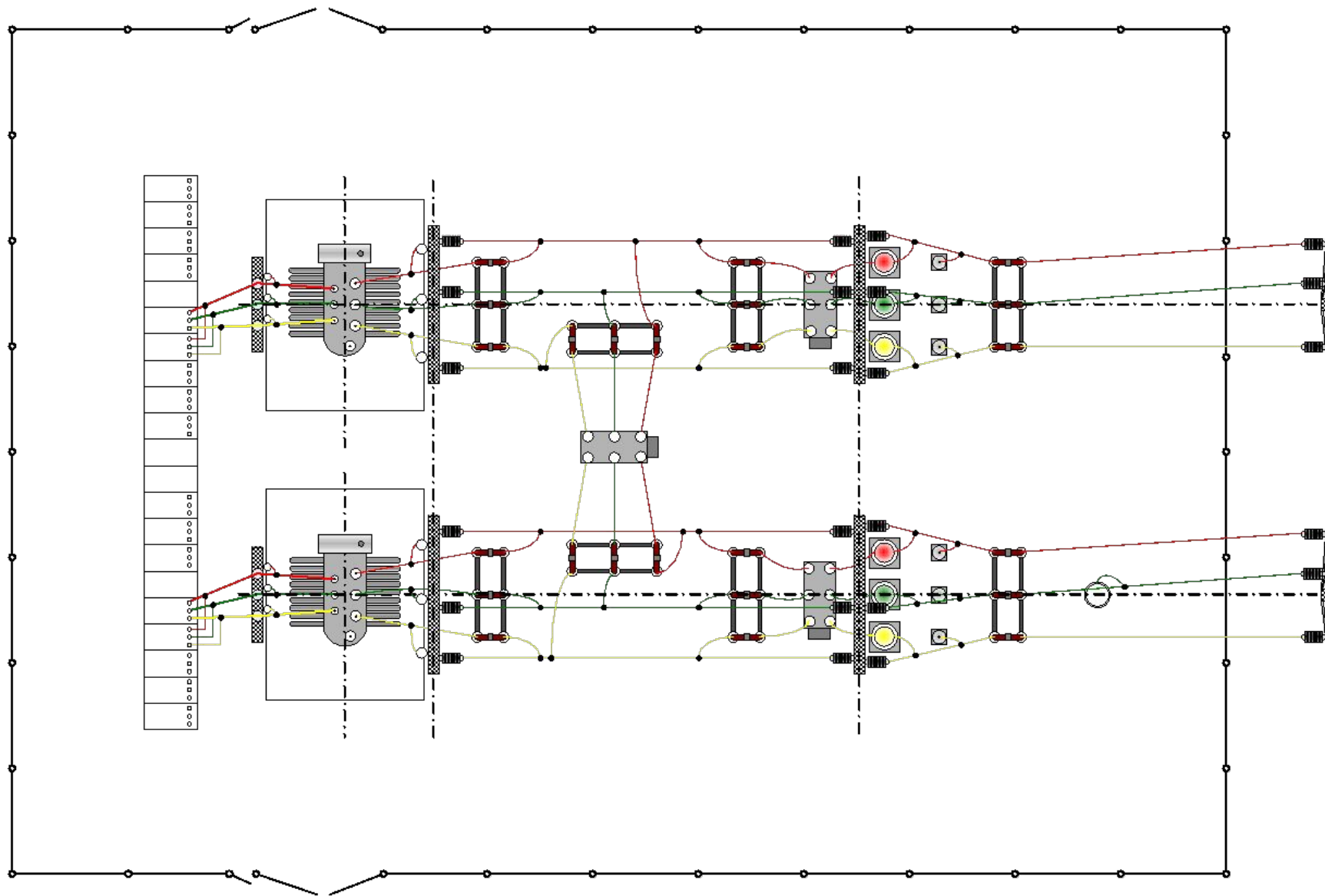
**Масляный выключатель
МКП 110**

Схема ОРУ – 35кВ подстанции



ТН и рзрядник	Строй комбинат	Шпалопропиточный завод	Сельхоз нагрузка	ТН и рзрядник
------------------	-------------------	---------------------------	---------------------	------------------

Подстанция 35/10 кВ ОРУ-35 кВ вид с верху



Высоковольтные выключатели 35 кВ

МКП -35



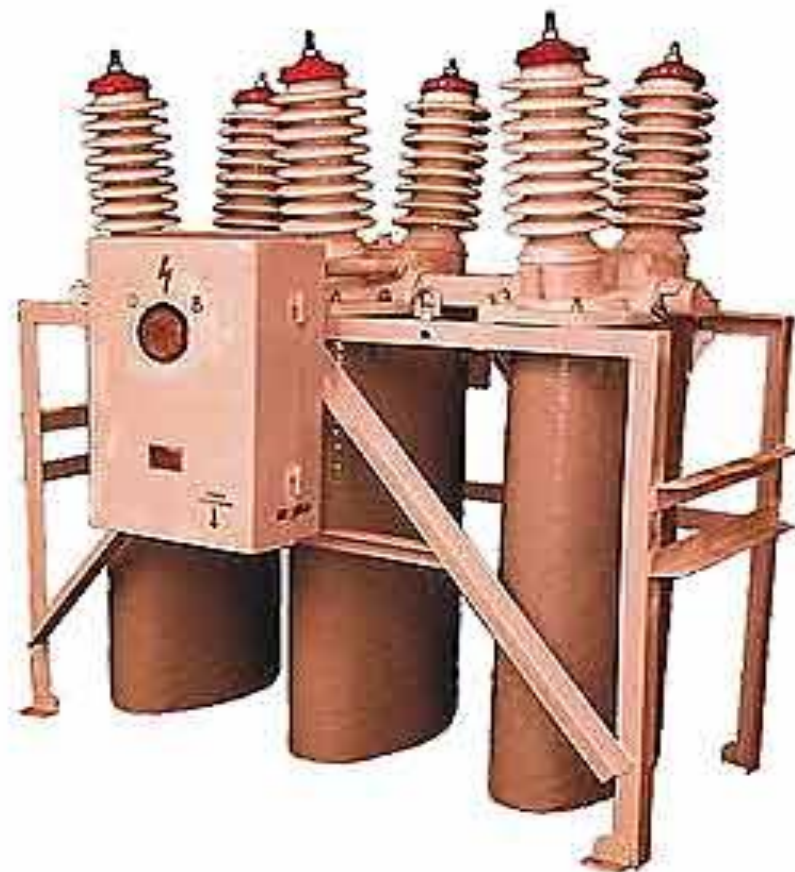
ВБЭТ-35



Вакуумные выключатели 35 кВ

ВВН-35 II-20/630 УХЛ1

ВВУС-35 II 25/1000



Элегазовый выключатель ВГБ-35





РУ 10 кВ НИИЭФАС вакуумными выключателями и с блоками БМРЗ

Подключение трансформаторов
собственных нужд к шинам 10 кВ
Улучшает качество электроэнергии на
устройствах СЦБ.

Сухие трансформаторы в одном
помещении подстанции:



а – два трансформатора собственных нужд.

б –повышающий трансформатор СЦБ,

Технические характеристики оборудования

СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

КСО-2000-Х-УЗ

где КСО – камера сборная одностороннего обслуживания;

2000 – модификация;

Х – обозначение схемы главных цепей;

УЗ – климатическое исполнение и категория размещения.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Номинальное напряжение, кВ - 6; 10
2. Наибольшее рабочее напряжение, кВ - 7,2; 12
3. Номинальный ток главных цепей, А - 200, 400, 630
4. Номинальные токи трансформаторов тока, А - 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000
5. Номинальный ток сборных шин, А - 630; 1000
6. Номинальный ток отключения камер с высоковольтным выключателем, кА - 20
7. Предельный сквозной ток камер с высоковольтным выключателем (амплитудное значение), А - 51
8. Ток термической стойкости (3с) камер с высоковольтным выключателем, кА - 20
9. Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В :
переменного оперативного тока - 220
постоянного оперативного тока - 220
цепи трансформаторов напряжения - 100
цепи освещения внутри камер - 36
10. Ток плавкой вставки высоковольтного предохранителя, А - 2; 3; 5; 8; 10; 16; 20; 31,5-160
11. Габаритные размеры камер, мм:
высота (со сборными шинами) - 2650
глубина (в основании) - 1100
ширина - 750.

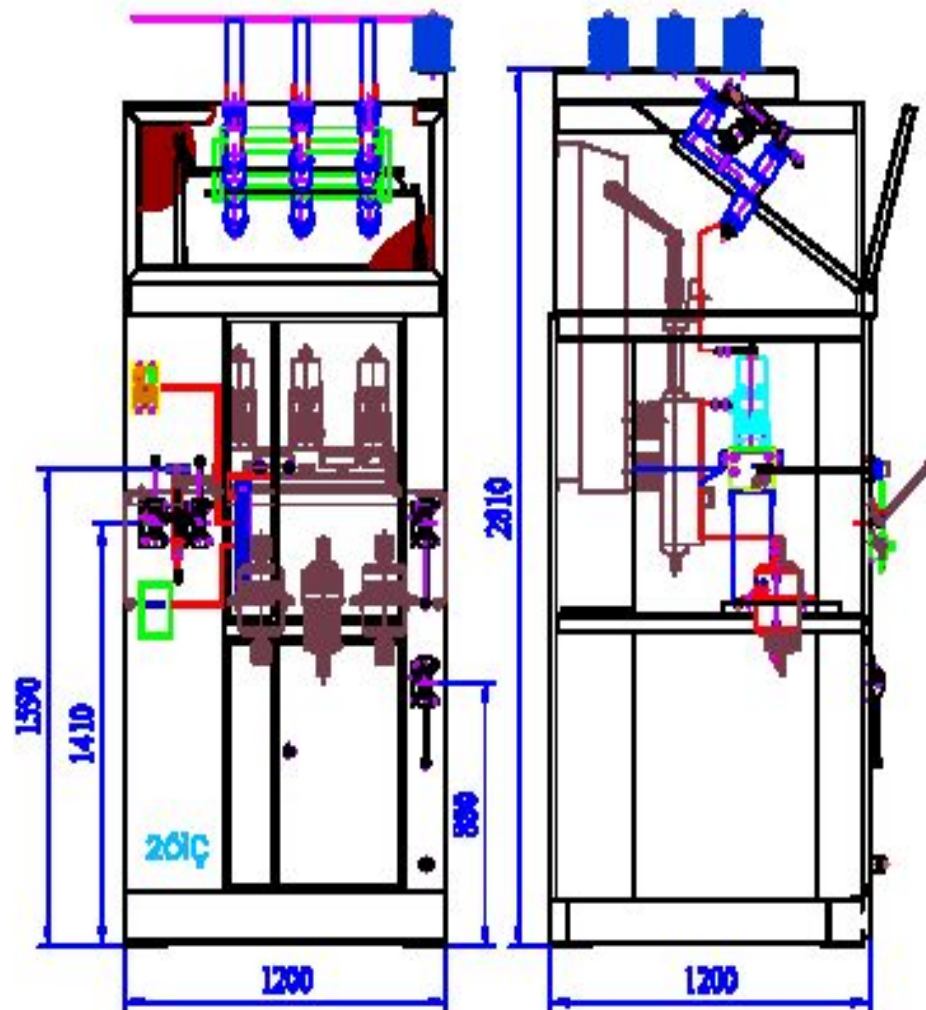
*Общий вид камер
КСО-2000*



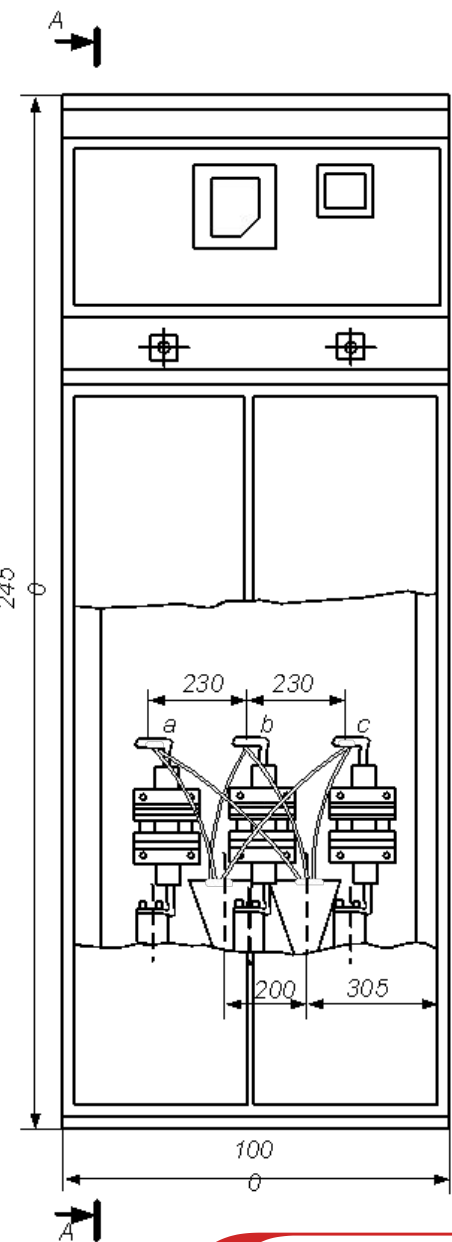
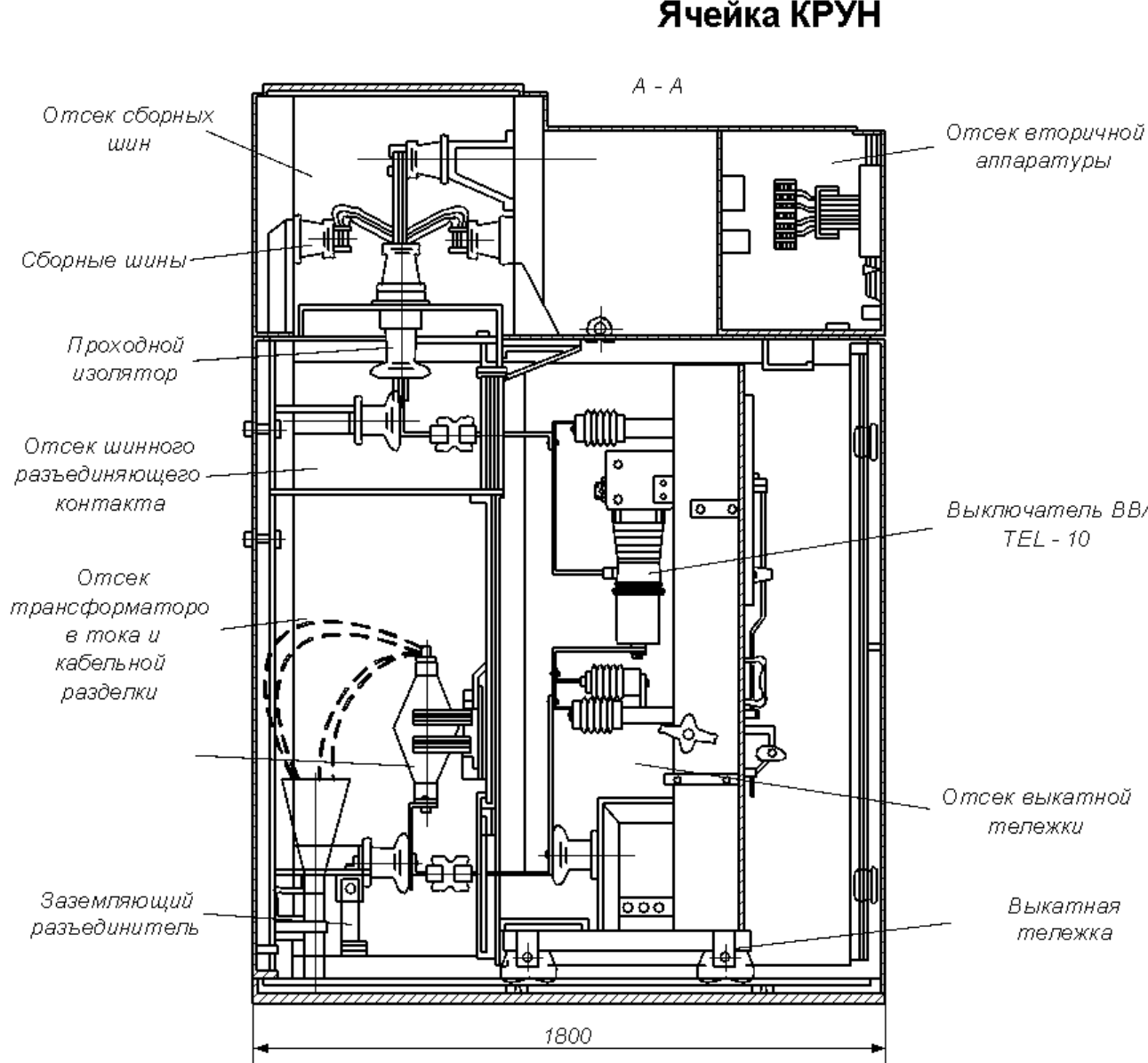
КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА
 серии КСО-2 У
 КСО-2 УМ
 КСО-2 УМЗ

Краткая техн. хар - ка

Номинал. напряжение (линейное), кВ	6	
	10	
Наибольшее напряжение, кВ	7,2	
	12	
Номинал. ток шкафа, А	400	
	630	
	1000	
Электродин. стойкость, кА	51	
Ном. ток отключения, кА	20	
Термич. стойкость (3с), кА	20	
Тип встроенных выключателей	ВМП-10	
Размеры шкафа, мм: ширина	1200	
	высота	2810
	глубина	1200

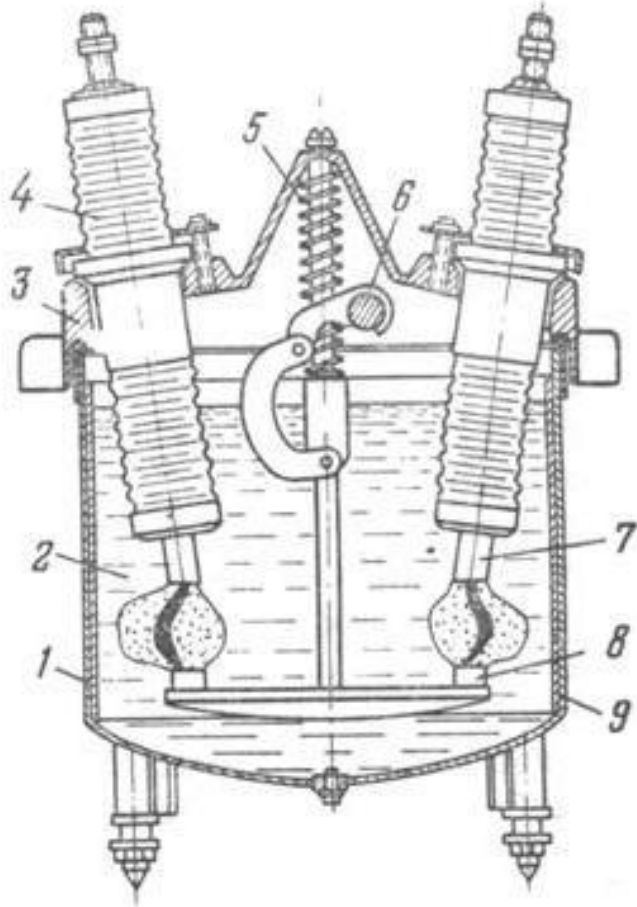


Ячейка КРУН



Высоковольтные масляные выключатели 6 кВ

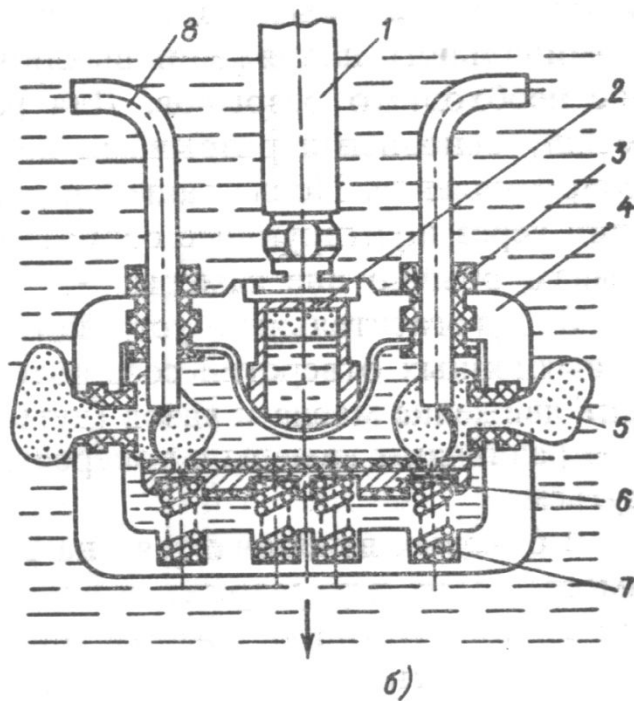
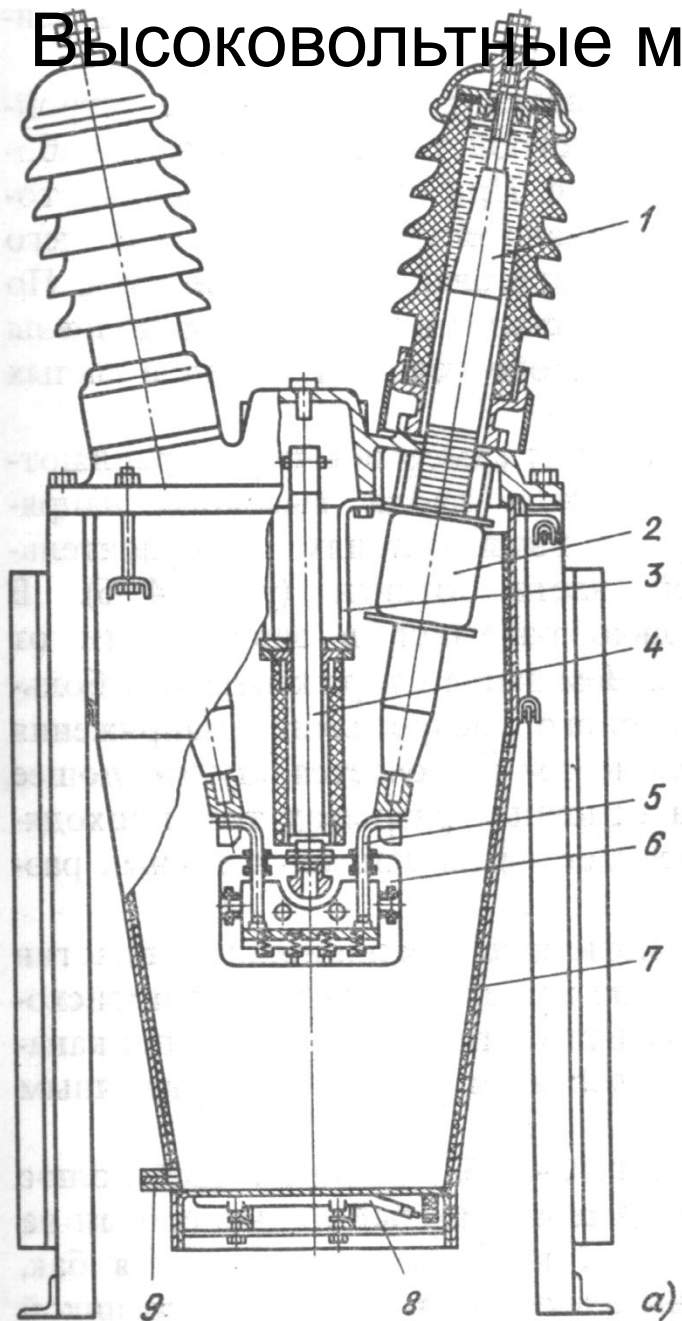
ВМБ



ВМГ -133

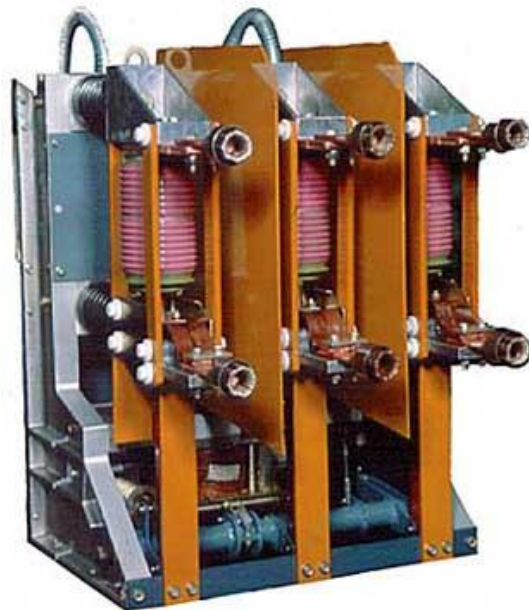


Высоковольтный масляный выключатель 6 кВ





BB3-10-20/630



BBT3-M-10-20



BB3-M-10-20/630



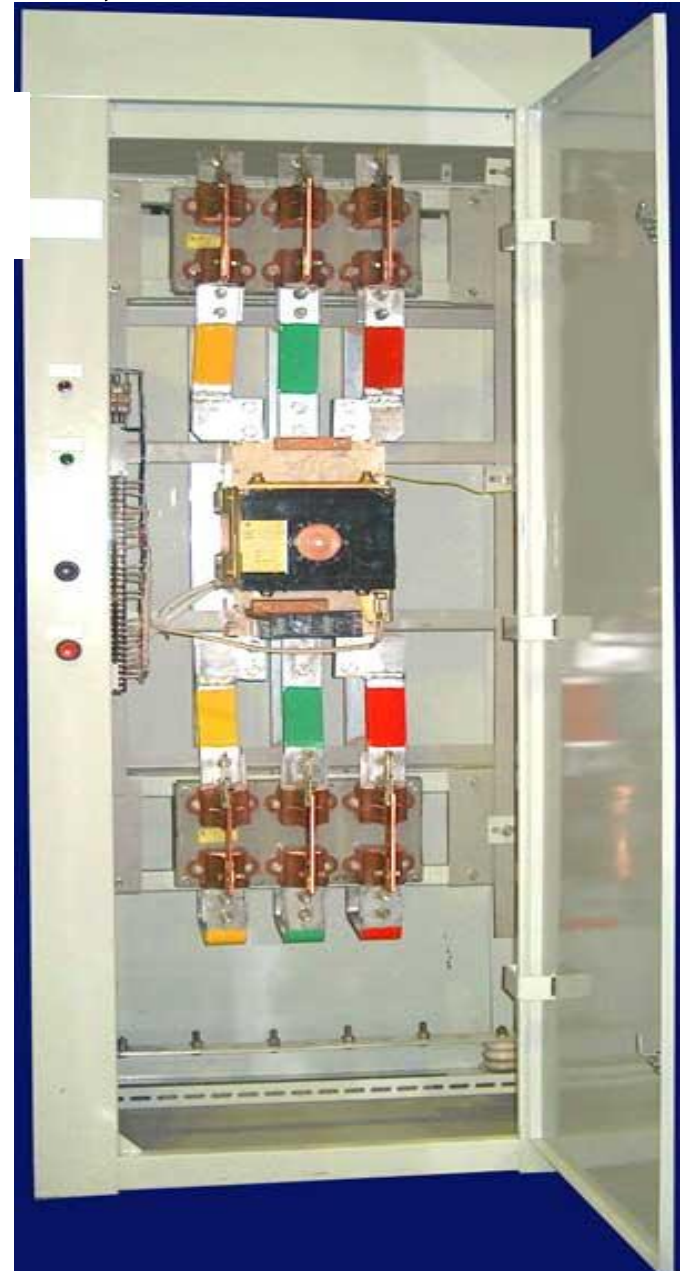
BB/TEL-10-20/630

Оборудования РУ 0,4 кВ

*Общий вид
распределительного
щита ЩО-70*

Основные технические данные ЩО-70

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток сборных шин, А	1600
Масса панели, кг	60-170
Габаритные размеры, мм	600x800x2200



СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК НА СТОРОНЕ 10кВ

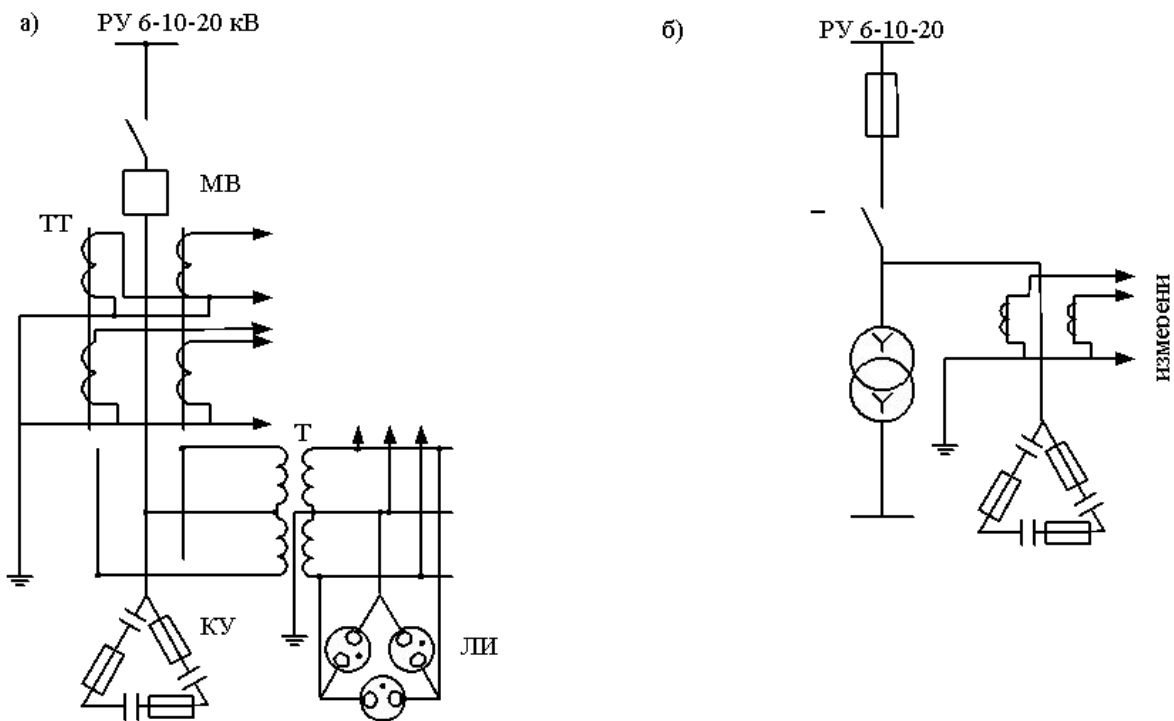


Схема включения батарей конденсаторов на стороне 10 кВ:

а) – с отдельным выключателем; б) – с выключателем нагрузки; ТН- трансформатор напряжения используемый в качестве разрядного сопротивления для батарей конденсаторов; ЛИ – сигнальные индикаторные лампы.

СОВРЕМЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ



Автоматизированные конденсаторные установки АКУ 0,4 настенного исполн

Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-50-10у3	50	72,2	3 x 50	630 x 350 x 1200	45
АКУ 0,4-75-12,5у3	75	108,7	3 x 50	630 x 350 x 1200	50



Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-100-10у3	100	144,5	3 x 50	800 x 450 x 1300	75
АКУ 0,4-150-10у3	150	216,7	2 x (3 x 50)	800 x 450 x 1300	90
АКУ 0,4-200-20у3	200	289,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	105
АКУ 0,4-220-20у3	220	319,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	110
АКУ 0,4-240-20у3	240	348,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	115
АКУ 0,4-260-20у3	260	377,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	120
АКУ 0,4-280-20у3	280	406,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 2000	145
АКУ 0,4-300-20у3	300	433,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	155
АКУ 0,4-330-15у3	330	478,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	165
АКУ 0,4-350-25у3	350	507,5	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	175
АКУ 0,4-380-20у3	380	551,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	185
АКУ 0,4-400-20у3	400	580,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	195
АКУ 0,4-420-20у3	420	609,0	2 x (3 x 185)	800 x 450 x 2000	205

* Возможно исполнение в шкафу фирмы [Weber](#) (Швейцария) с габаритами 800x500x1800

СОВРЕМЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

Автоматизированные конденсаторные установки АКУ 0,4 настенного исполн

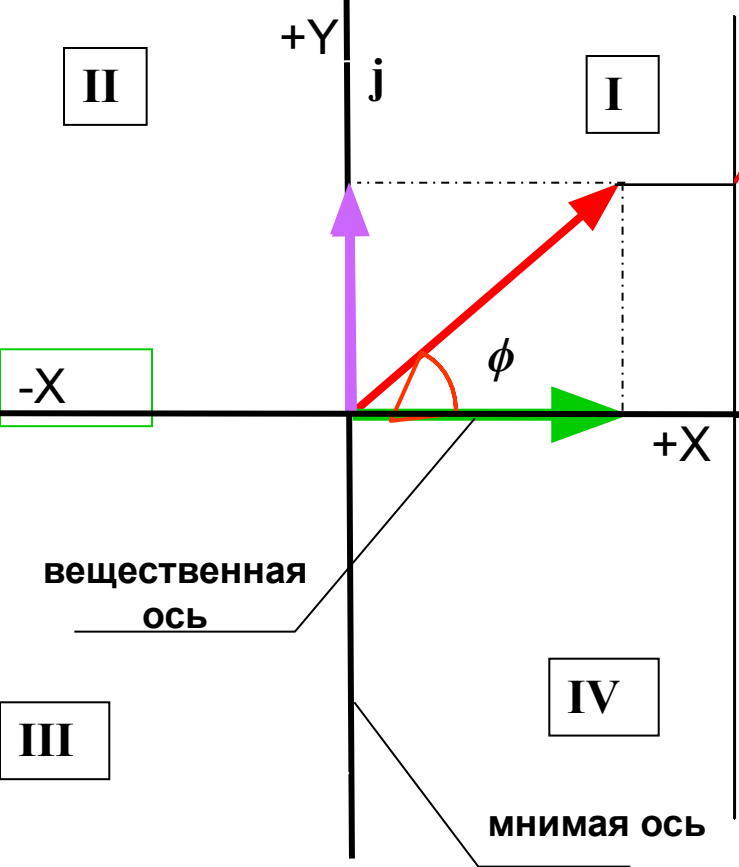


Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-50-10у3	50	72,2	3 x 50	630 x 350 x 1200	45
АКУ 0,4-75-12,5у3	75	108,7	3 x 50	630 x 350 x 1200	50



Тип	Мощность, квар	Номинальный ток, А	Сечение питающего медного кабеля, мм ²	Габариты, Д x Ш x В*	Масса, кг
АКУ 0,4-100-10у3	100	144,5	3 x 50	800 x 450 x 1300	75
АКУ 0,4-150-10у3	150	216,7	2 x (3 x 50)	800 x 450 x 1300	90
АКУ 0,4-200-20у3	200	289,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	105
АКУ 0,4-220-20у3	220	319,0	2 x (3 x 70)	800 x 450 x 1300	110
АКУ 0,4-240-20у3	240	348,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	115
АКУ 0,4-260-20у3	260	377,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 1300	120
АКУ 0,4-280-20у3	280	406,0	2 x (3 x 95)	800 x 450 x 2000	145
АКУ 0,4-300-20у3	300	433,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	155
АКУ 0,4-330-15у3	330	478,5	2 x (3 x 120)	800 x 450 x 2000	165
АКУ 0,4-350-25у3	350	507,5	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	175
АКУ 0,4-380-20у3	380	551,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	185
АКУ 0,4-400-20у3	400	580,0	2 x (3 x 150)	800 x 450 x 2000	195
АКУ 0,4-420-20у3	420	609,0	2 x (3 x 185)	800 x 450 x 2000	205

* Возможно исполнение в шкафах фирмы [Weber](#) (Швейцария) с габаритами 800x500x1800



Алгебраическая форма комплексного числа

где b – вещественная часть;
 c – мнимая часть; $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

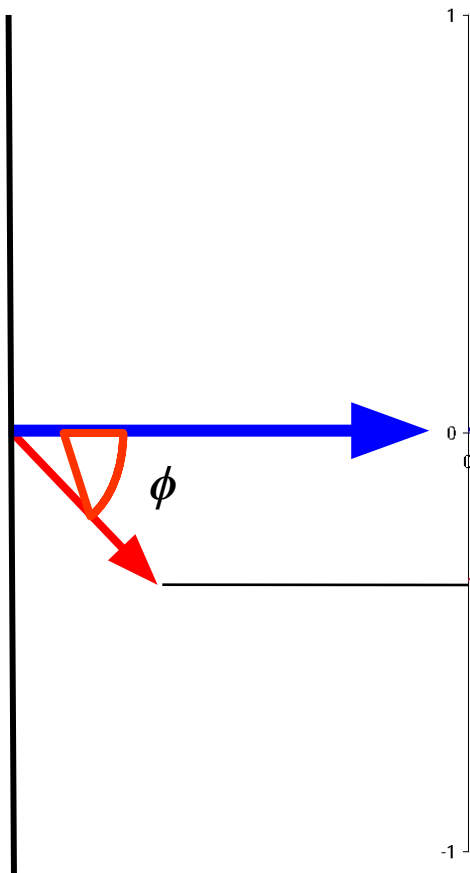
Тригонометрическая форма:

где r – длина или модуль вектора ;

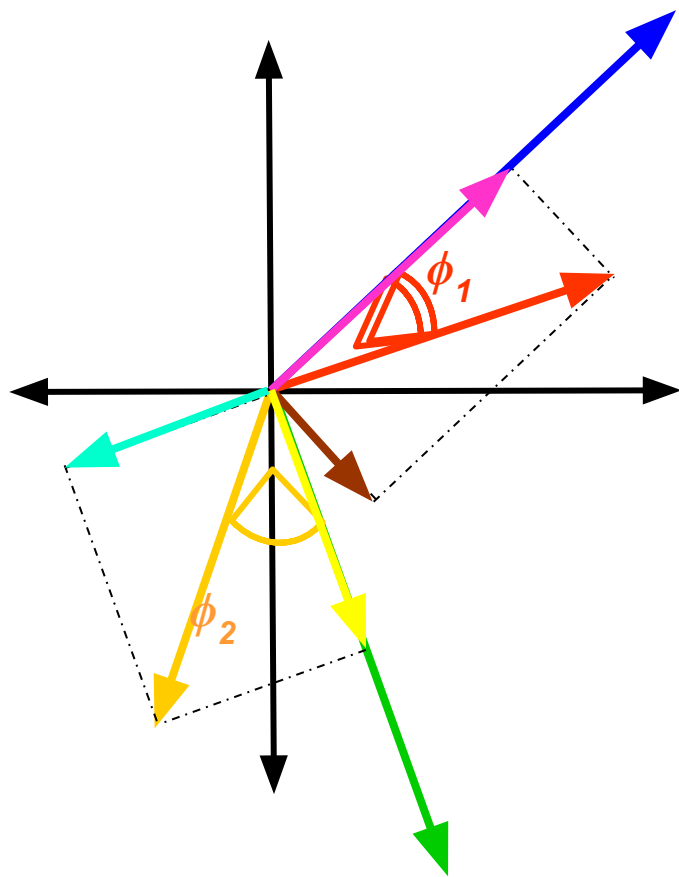
ϕ – аргумент вектора .

Показательная форма:

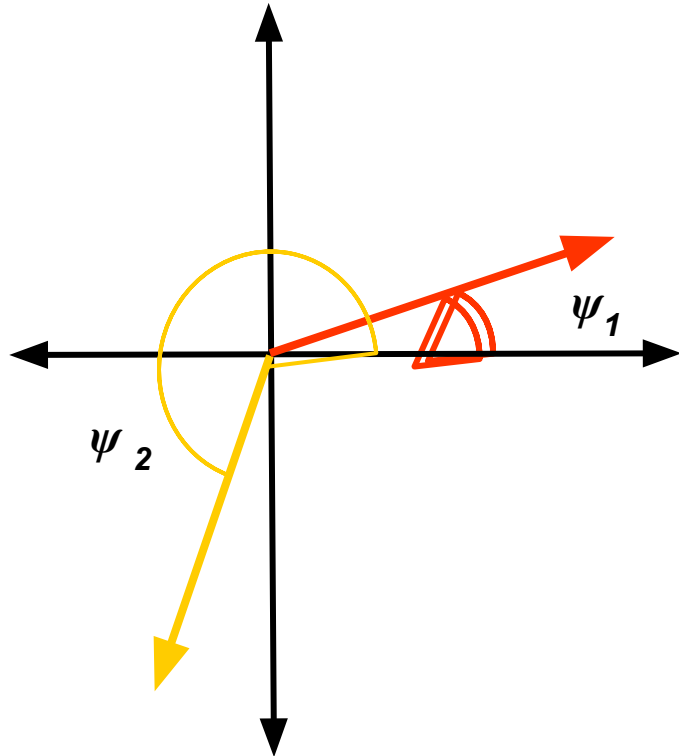
Векторная и временная диаграммы переменного напряжения и тока



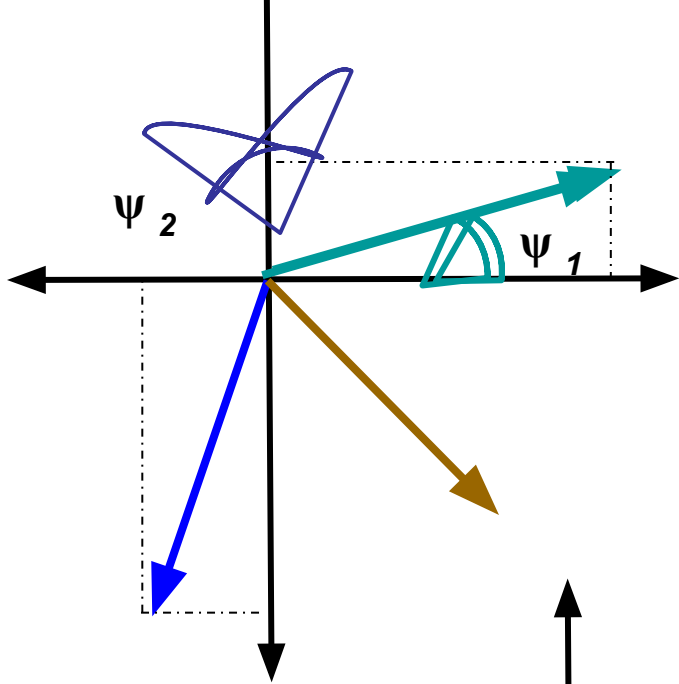
Взаимное расположение векторов напряжения и их токов на диаграмме



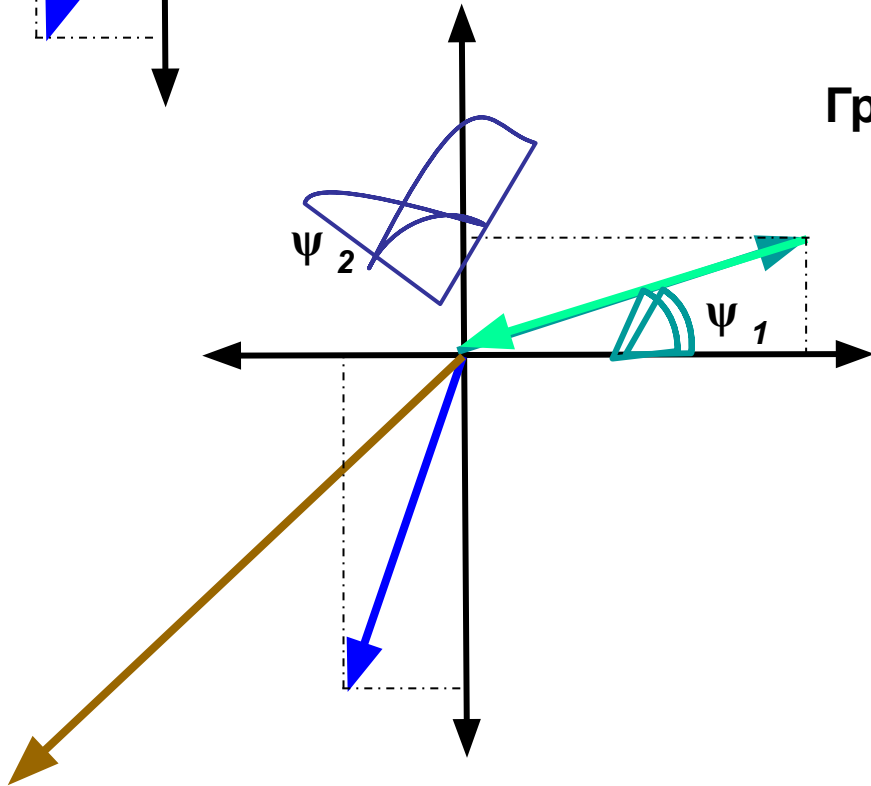
Взаимное расположение векторов токов на диаграмме

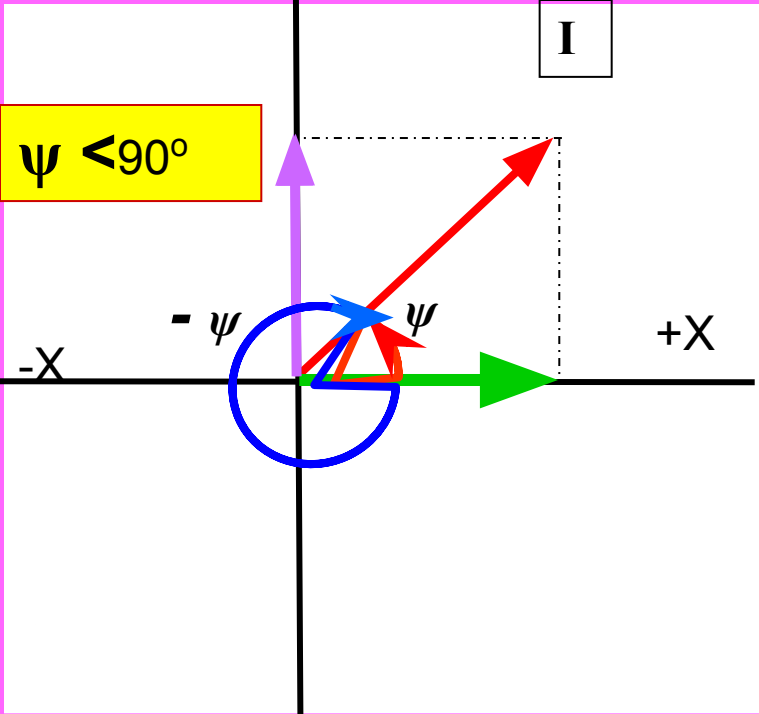


Графическое сложение векторов

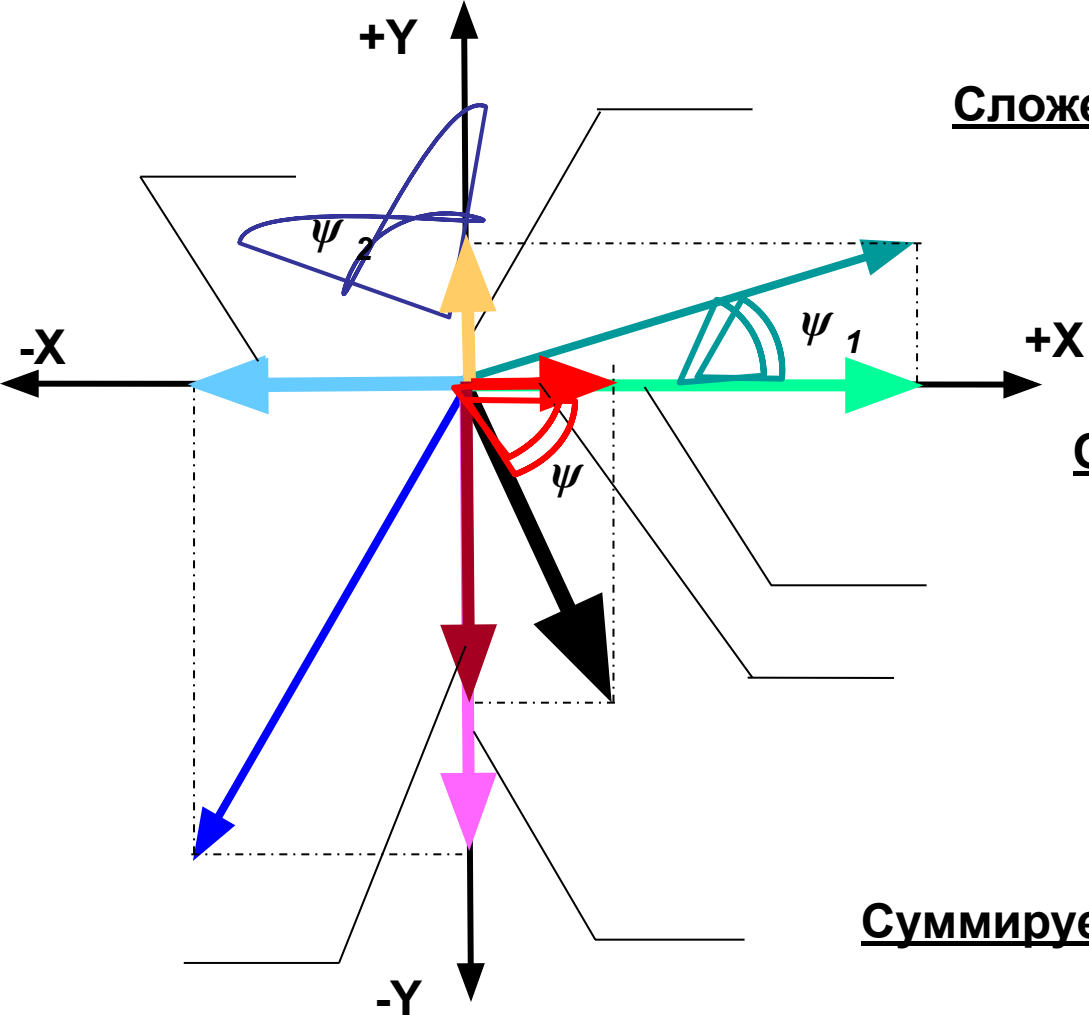


Графическое вычитание векторов





Сложение векторов алгебраическое



Определим проекции слагаемых векторов на оси X и Y

Суммируем проекции векторов на оси X

Суммируем проекции векторов на оси Y

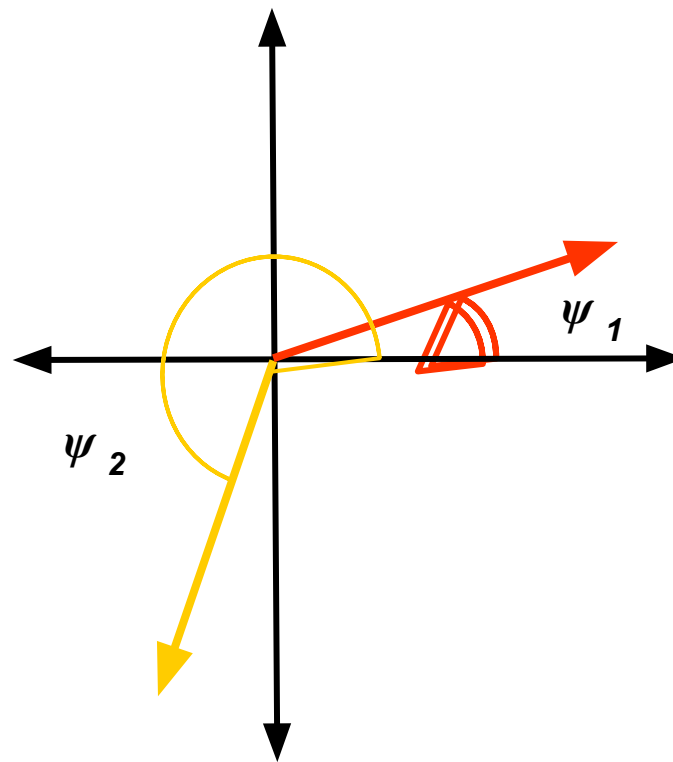
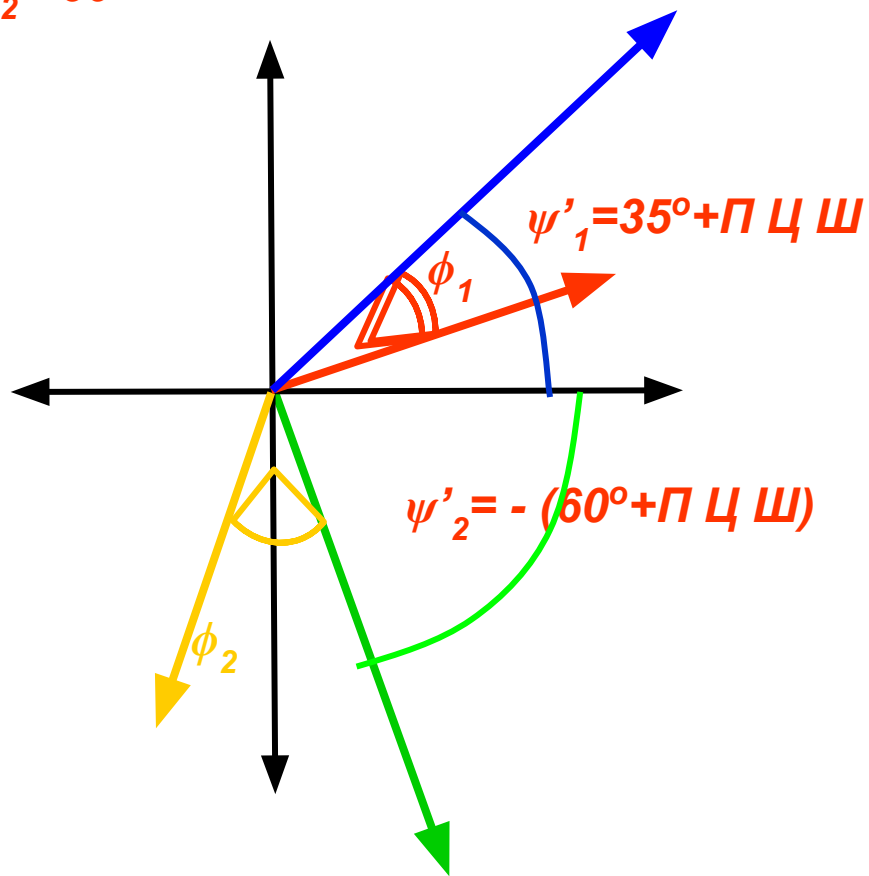
Определим искомый вектор

УРА!! ПОЛУЧИЛОСЬ!!

Решить пример

$$\phi_1 = 30^\circ$$

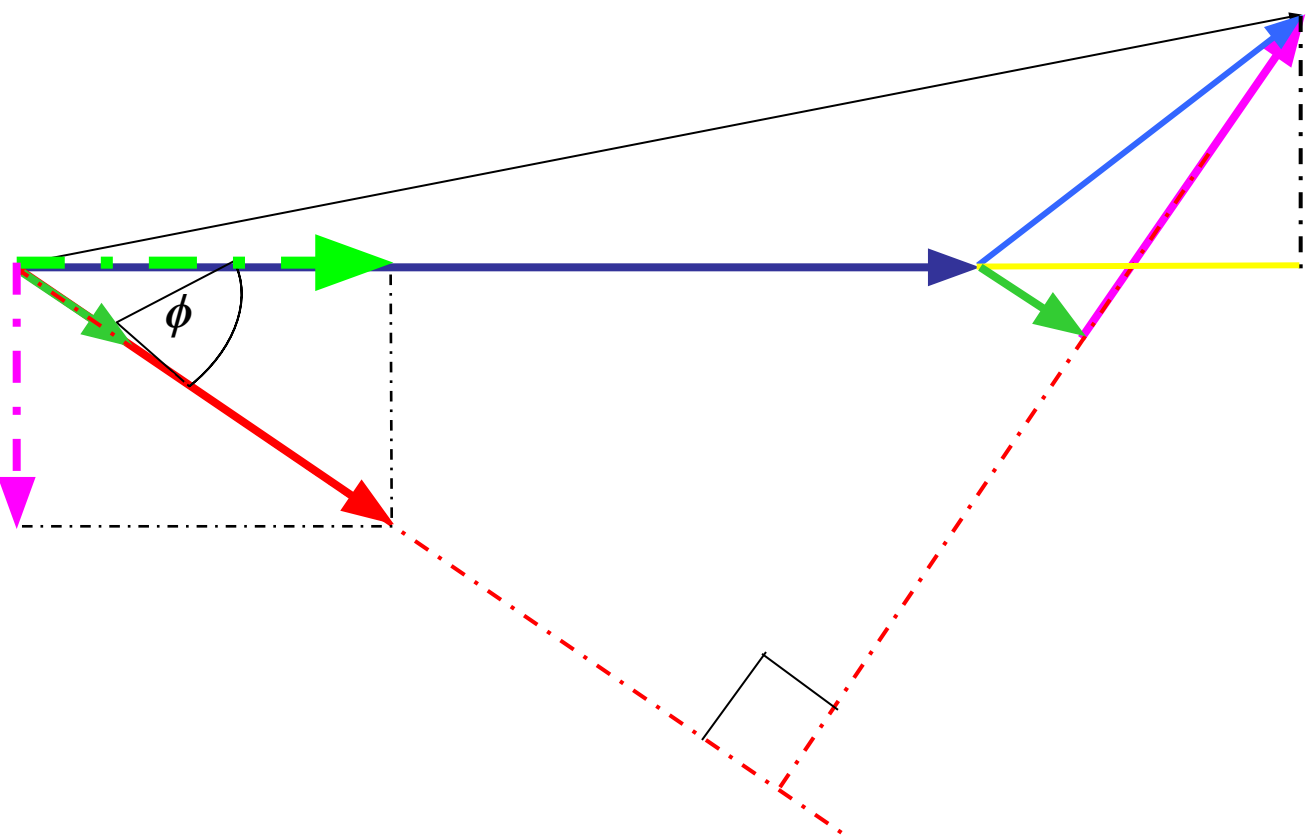
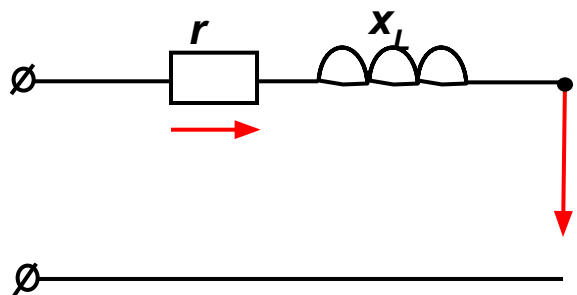
$$\phi_2 = 60^\circ$$



Определить ψ_1 И ψ_2

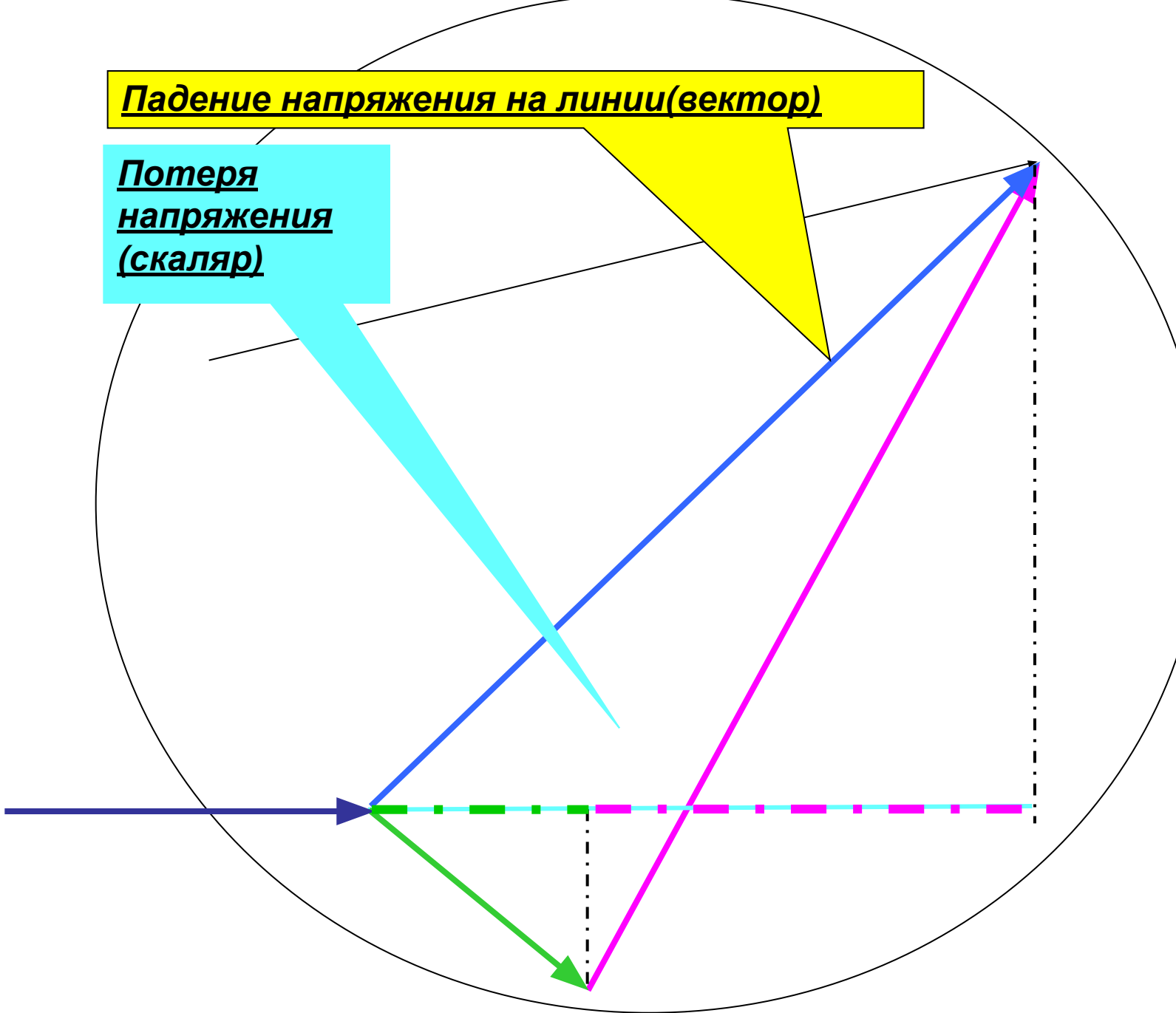
Потери напряжения на линии

Второй закон Кирхгофа

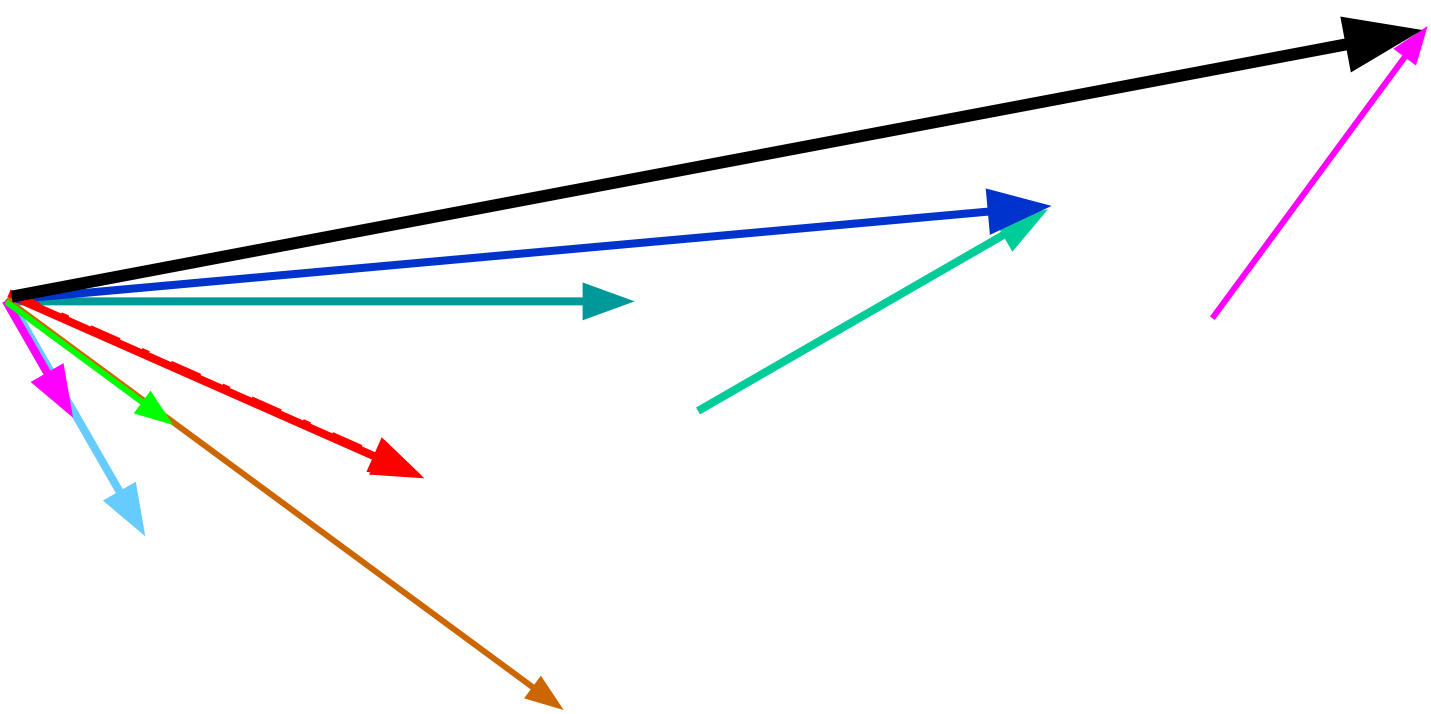
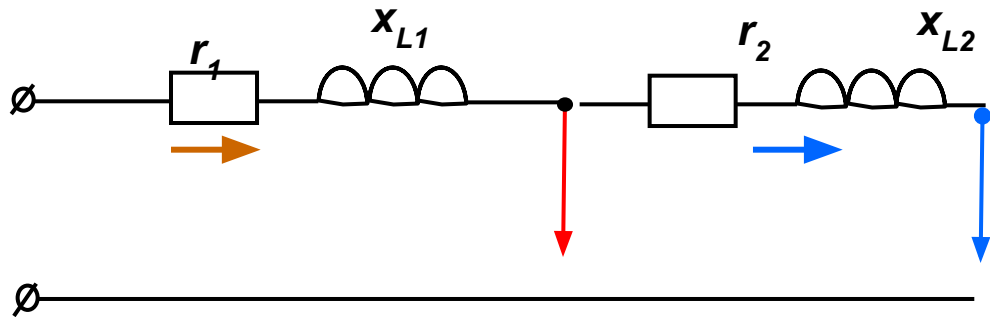


Падение напряжения на линии(вектор)

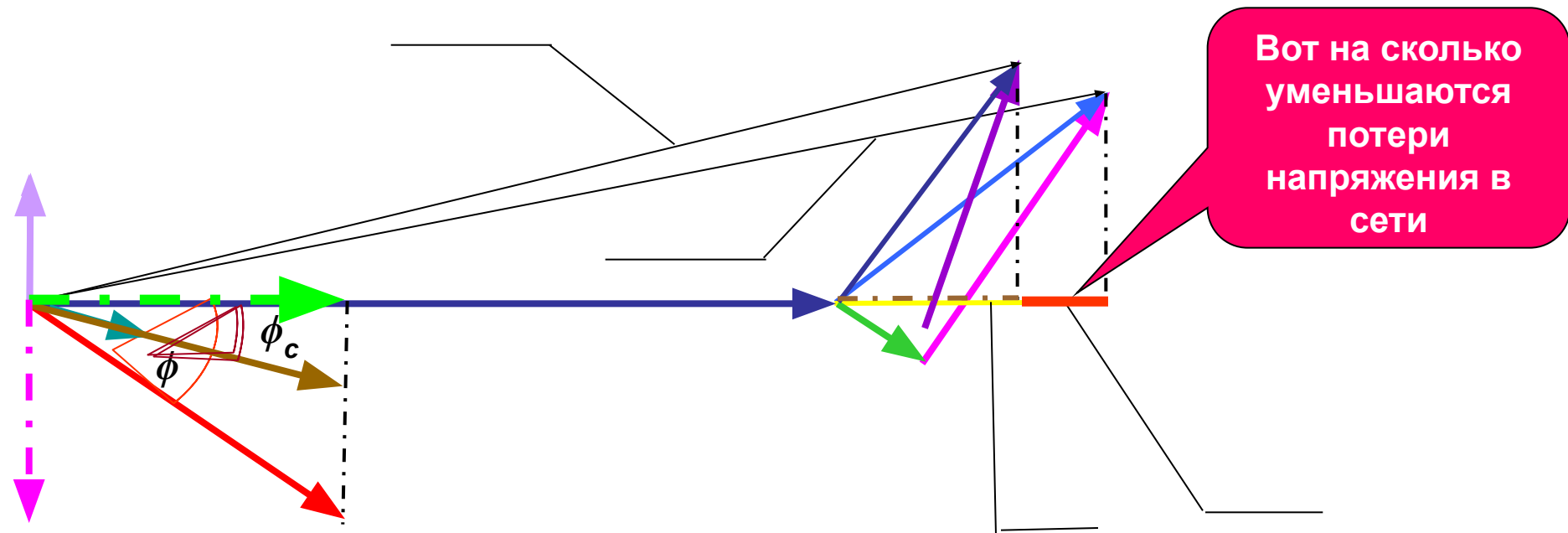
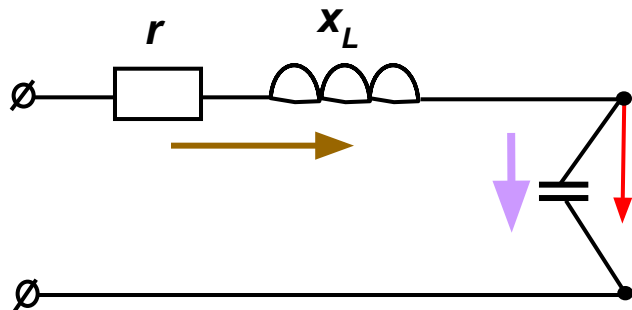
Потеря напряжения (скаляр)



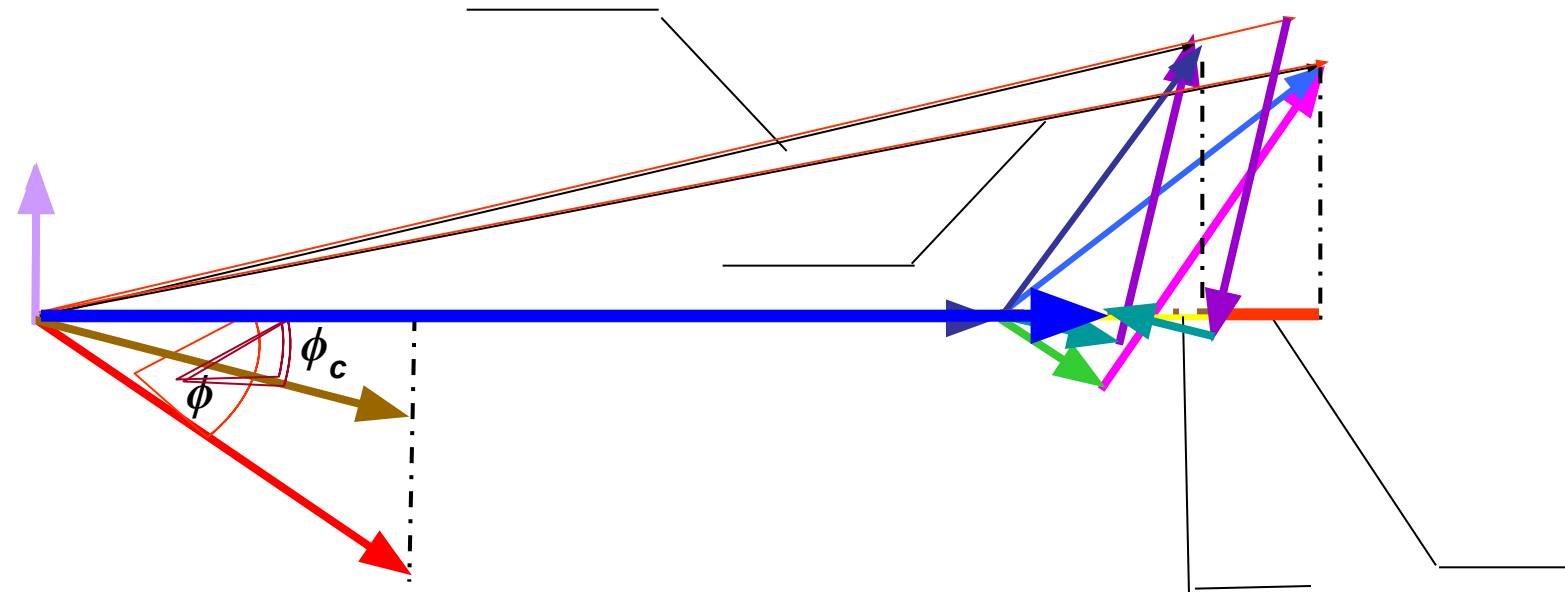
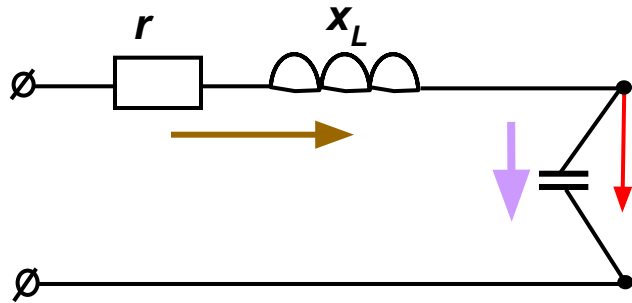
Потери напряжения на линии



Влияние поперечной компенсации на потери напряжения

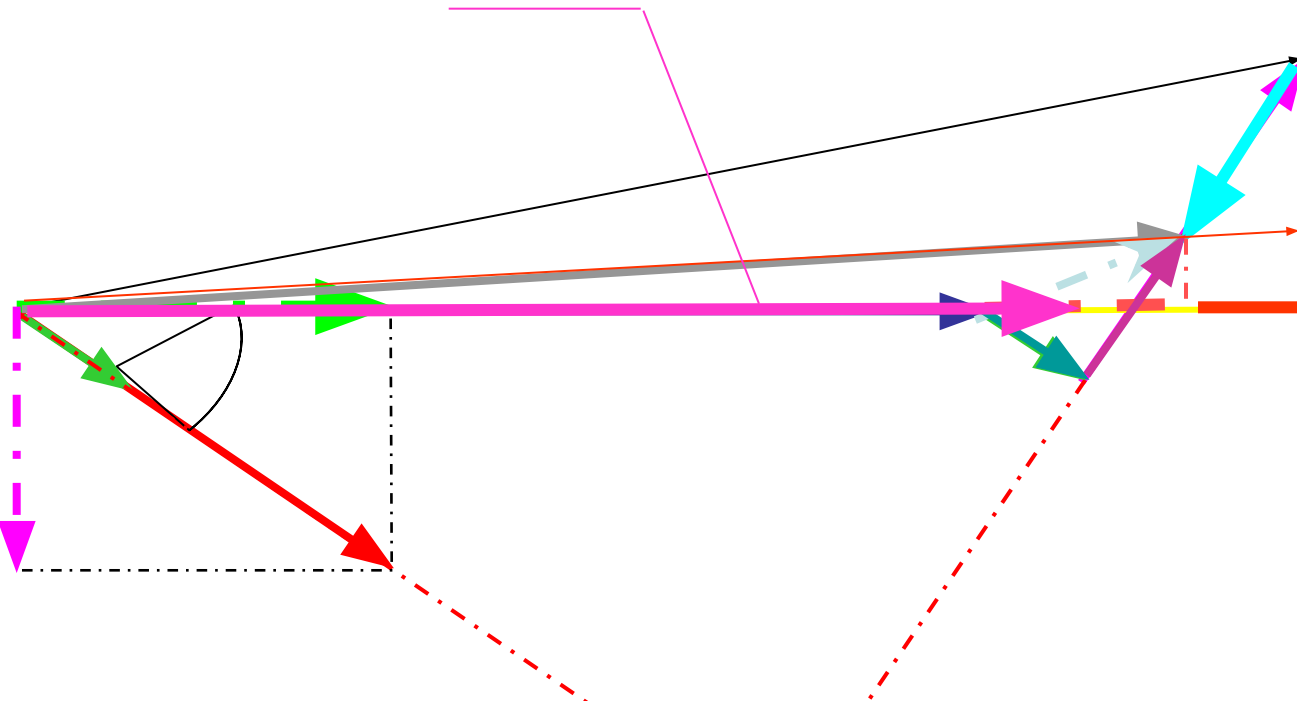
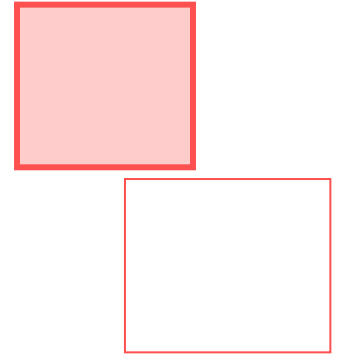
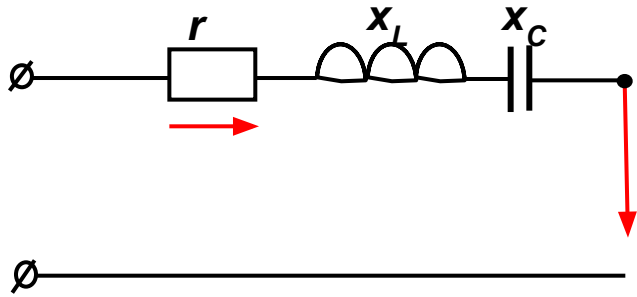


Влияние поперечной компенсации на величину напряжения в конце линии



Напряжение в конце линии увеличивается на величину разности потери напряжения на линии $U_H^C = U_H + (\Delta U - \Delta U^C)$

Влияние продольной компенсации на величину напряжения в конце линии



Напряжение в конце линии увеличивается на величину разности потери напряжения на линии $U_C = U_H + (\Delta U - \Delta U^C)$